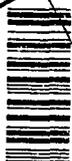


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DIMENSIONAMENTO DE AGROECOSSISTEMAS EM PEQUENAS
PROPRIEDADES RURAIS

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM ENGENHARIA

PAULO JOSÉ DE FREITAS FILHO



0.255.922-0

UFSC-BU

Florianópolis
SANTA CATARINA - BRASIL
NOVEMBRO DE 1985

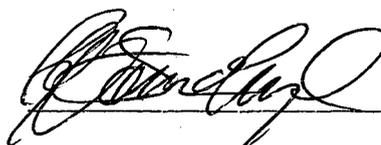
DIMENSIONAMENTO DE AGROECOSSISTEMAS EM PEQUENAS
PROPRIEDADES RURAIS

PAULO JOSÉ DE FREITAS FILHO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA E ADEQUADA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

"MESTRE EM ENGENHARIA"

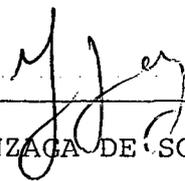
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM
SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



PROFº ROBERT WAYNE SAMOHYL

COORDENADOR DO CURSO

BANCA EXAMINADORA:



PROFº LUIZ GONZAGA DE SOUZA FONSECA - Dr. Sc.



PROFº ANTONIO SÉRGIO COELHO - M. ENGA.



PROFº CARLOS ERNANI FRIES - M. ENGA.

A meus Pais

Paulo e

Regina

A minha Mulher e Filha

Branca e

Mariana

Por tudo.

AGRADECIMENTOS

Manifesto meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- Ao Prof^o Luiz Gonzaga de Souza Fonseca - Dr. Sc., pela brilhante orientação dada no transcorrer de todo este trabalho;
- À CAPES, pelo auxílio financeiro; ✓
- À Sra. Rosimere Gutihã Meurer, pelo trabalho de datilografia;
- À EMPASC pela colaboração de seus técnicos e pelo acervo bibliográfico posto a disposição;
- Aos professores integrantes da Banca Examinadora, pelos valiosos comentários e sugestões, que permitiram aperfeiçoar este estudo;
- Aos demais professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, pelo apoio demonstrado;
- Aos colegas de trabalho da Secretaria da Indústria e do Comércio pelas sugestões, apoio e incentivo dados durante a elaboração deste trabalho;
- A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho decorre da existência de um problema de decisão para o produtor rural na determinação das dimensões dos projetos que pretende implementar em sua propriedade.

O objetivo principal do trabalho consiste no desenvolvimento de um modelo matemático que permita, a partir de uma proposta de implantação de vários projetos, levar em conta a interação entre eles e as considerações técnicas agrônomicas para sua escolha, de tal forma a se obter máximo lucro na propriedade como um todo.

É apresentada uma visão geral do ambiente onde se insere o problema, fazem-se algumas considerações sobre a problemática geral vivida pelo produtor rural, até chegar-se especificamente ao problema abordado e sua definição.

O problema é formulado então como sendo de Programação não-Linear. Para sua solução é proposto um procedimento baseado em simulação em micro-computadores, de modo a se obter um resultado sub-ótimo. Este procedimento considera a variação de parâmetros, de modo a permitir uma análise de sensibilidade.

Para ilustração, é incluída uma aplicação do modelo e da metodologia proposta na solução do problema.

ABSTRACT

The present dissertation results from a decision-making problem faced by the farmer in determining the dimension of the projects he intends to implement on his farm.

Based on the implementation of a number of projects, this work consists in developing a mathematical model which allows to consider the interaction between them and the technical and agricultural considerations involved in their selection so that a maximum profit could be obtained in the exploration as a whole.

An overall view of the environment where the problem occurs is provided as well as some considerations on the main difficulties faced by the farmer before approaching the specific problem and its definition.

The problem is formulated under non-linear Programming. For its solution it is proposed a simulation on micro-computers and which is supposed to supply sub-optimum results. This procedure takes into account parameter variation enabling a sensibility analysis.

An application of the model and methodology proposed in the solution of the problem is included for illustrative purposes.

SUMÁRIO

| | Pag. |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| LISTA DE QUADROS | x |
| CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO | |
| 1.1 - Origem do Trabalho | 01 |
| 1.2 - Objetivo do Trabalho | 02 |
| 1.3 - Importância do Trabalho | 02 |
| 1.4 - Estrutura do Trabalho | 03 |
| CAPÍTULO II - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA | |
| 2.1 - Introdução | 05 |
| 2.2 - Considerações Gerais Sobre os Sistemas de Produção em Pequenas Propriedades | 06 |
| 2.3 - Caracterização da Pequena Propriedade como Sistema | 09 |
| 2.4 - O Sistema de Produção Analisado | 11 |
| 2.5 - Caracterização do Problema | 13 |
| 2.6 - Comentários | 15 |

CAPÍTULO III - MODELO PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA
DE DIMENSIONAMENTO

| | |
|-----------------------------------|----|
| 3.1 - Introdução | 18 |
| 3.2 - Estrutura do Problema | 18 |
| 3.3 - O Modelo Proposto | 29 |
| 3.4 - Comentários | 39 |

CAPÍTULO IV - METODOLOGIA PROPOSTA E APLICAÇÃO DO
MODELO

| | |
|---|----|
| 4.1 - Introdução | 41 |
| 4.2 - Metodologia Proposta | 42 |
| 4.2.1 - Coleta de Dados Básicos | 42 |
| 4.2.2 - Definição de Parâmetros e Variáveis .. | 44 |
| 4.2.3 - Roteiro Proposto | 47 |
| 4.3 - Algumas Considerações sobre o Programa Computacional | 52 |
| 4.4 - O Exemplo | 56 |
| 4.4.1 - A Propriedade Exemplo | 57 |
| 4.4.2 - Algumas Considerações sobre o Exemplo Adotado | 59 |
| 4.4.3 - Resultados da Aplicação do Modelo ... | 63 |
| 4.5 - Análises Complementares | 80 |

CAPÍTULO V - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

| | |
|---------------------------|----|
| 5.1 - Conclusões | 82 |
| 5.2 - Recomendações | 85 |

| | |
|--------------------|----|
| BIBLIOGRAFIA | 86 |
|--------------------|----|

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

| | Pg. |
|--|-----|
| FIGURA 1 - Representação Esquemática de um Agroecos <u>o</u> sistema | 19 |
| FIGURA 2 - Representação Esquemática de um Processo Realimentado | 25 |
| FIGURA 3 - Representação Esquemática de dois Projetos Interagindo | 30 |
| FIGURA 4 - Diagrama Qualitativo e Funcional Simplifi <u>c</u> cado da Propriedade | 58 |

LISTA DE QUADROS

| | Pg. |
|--|-----|
| QUADRO 01 - Quantidades de Insumos e Produtos neces sários aos Agroecossistemas | 61 |
| QUADRO 2 - Lista Preço-Venda e Preço-Custo das Mer cadorias | 62 |
| QUADRO 03 - Possibilidades de Trocas de Insumos/Produ tos Entre Projetos | 63 |
| QUADRO 04 - Quadro Geral de Resultados | 75 |

CAPÍTULO I

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Origem do Trabalho

A iniciativa de aplicação dos métodos adotados pela Engenharia de Produção na solução de problemas afetos à produção rural, fez com que se fizesse contato com elementos ligados ao meio, no sentido de se familiarizar com tais problemas.

A constatação de enquadramento de projetos agropecuários, como sistemas de produção delimitados, com suas entradas, saídas, funções de produção e formas de interação com outros sistemas, conduz à formulação de um problema de otimização.

O presente trabalho tem origem na real constatação da existência de um problema, a nível de processo decisório, quando da necessidade do produtor rural determinar a dimen

são dos projetos que pretende implementar em sua propriedade.

O fato é que, na grande maioria das vezes, opta-se por maiores áreas para projetos mais lucrativos em termos de preço do produto no mercado. No entanto, quando se pretende a implantação de uma produção diversificada, consorciada e interativa, este critério pode não levar à melhor escolha do tamanho dos projetos.

Originou, portanto, o presente trabalho a idéia de criação de um método na tentativa de encaminhar uma solução viável para o problema, associando-se as análises qualitativas e quantitativas de agrônomos, técnicos e produtores rurais com um modelo matemático.

1.2 - Objetivo do Trabalho

O objetivo principal do trabalho consiste em desenvolver um modelo matemático que permita, a partir de uma proposta de implantação de vários projetos e levando-se em conta todas as considerações e premissas de técnicas agrônomicas para sua escolha, determinar suas dimensões, sendo os mesmos interativos, de tal forma que se tenha o máximo lucro na propriedade como um todo.

1.3 - Importância do Trabalho

Os projetos de agropecuária possuem na maioria das vezes um prazo de maturação, ou de retorno de investimento, estimado como de médio a longo. Seus riscos estão baseados

não somente nos seus problemas inerentes, tais como, clima, pragas, doenças etc., mas também, nas políticas econômicas ou agrícolas vigentes, tanto no período de implantação (incentivos e créditos agrícolas) como no período de comercialização (política de preços, mercado etc.). De maneira geral todos os produtos do meio, com raras exceções, estão sujeitos a tais entraves.

Afora tais problemas, quem deve tomar a decisão no momento de investir, tem ainda, a preocupação de implantar os melhores projetos, objetivando evidentemente, o melhor retorno dentro de determinado prazo.

De posse de um modelo, com o qual se pudesse testar várias alternativas de investimento, variando-se os prazos, as áreas de implementação, os valores de venda e de aquisições das mercadorias, número de projetos etc., certamente a decisão estaria pelo menos facilitada.

A importância do trabalho está portanto baseada no fato de possibilitar o teste de várias alternativas de investimento, procurando-se obter um arranjo de projetos que melhor ao máximo o lucro da propriedade através da proposta de um procedimento para as avaliações necessárias.

1.4 - Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. Este primeiro proporciona uma idéia das razões que originaram o trabalho, mostra seus objetivos, enfatiza sua importância e o instrumento que fornece ao processo decisório.

No segundo capítulo é apresentada uma visão geral do ambiente onde se insere o problema, são feitas algumas considerações sobre a problemática geral vivida pelo produtor rural, até chegar-se especificamente ao problema abordado e sua definição. São citadas também as principais hipóteses formuladas.

O capítulo seguinte descreve a estrutura do problema, e são descritos seus principais parâmetros e variáveis e suas implicações no processo de tomada de decisão. A seguir, ainda neste capítulo, apresenta-se o modelo proposto, assim como as restrições a ele impostas, sendo seu desenvolvimento explicitado de forma gradual para uma melhor compreensão.

No capítulo posterior, é feita uma aplicação do modelo proposto, iniciando-se, com a proposta de uma metodologia para a solução do problema.

Na seqüência, apresenta-se uma análise da solução obtida por meio do modelo.

No último capítulo, faz-se uma revisão do trabalho e sua importância, ressaltando-se sua utilidade e em seguida são recomendadas novas linhas para futuras pesquisas e aplicações relacionadas ao assunto.

CAPÍTULO II

2 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

2.1 - Introdução

Neste capítulo, descreve-se primeiramente o ambiente onde se insere o problema, particularmente para o meio rural catarinense. Faz-se oportunamente algumas considerações gerais sobre a problemática vivida pelo pequeno produtor rural, com base em trabalhos efetuados pela Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária - EMPASC.

Em seguida, procura-se caracterizar o método utilizado para a análise do ambiente rural como será visto adiante.

A partir desta análise, parte-se para uma descrição mais específica do meio onde se pretende formular o problema, para posteriormente deixar-se claro o tipo de problema abordado, dentre os inúmeros existentes no âmbito da pequena propriedade rural.

É neste item também que se formulam algumas hipóteses, tais como previsão da viabilidade econômica de pequenas produções diversificadas em lugar de pequena produção mono produtora.

2.2 - Considerações Gerais sobre os Sistemas de Produção em Pequenas Propriedades

Uma característica marcante do estado de Santa Catarina é o seu modelo agrícola, evidenciado pelo menor índice de concentração de terras em todo o território nacional, decorrente da presença maciça de pequenas propriedades agrícolas conduzidas em regime familiar (1). A título de instrução, só as regiões Coloniais do Oeste e do Vale do Rio de Peixe congregam mais de 400 mil agricultores, distribuídos em aproximadamente 77 mil propriedades com menos de 50 hectares, que perfazem 93% dos estabelecimentos e 59% da área de imóveis rurais {2} (pg.01).

Tais dados tornam-se mais significativos quando se verifica que estas propriedades são responsáveis pelas maiores percentagens de alimentos gerados no estado, contribuindo por exemplo com 80% da soja, 80% da uva, 77% do milho, 73% dos suínos, 69% das aves, 52% do feijão, 33% dos bovinos de corte e 31% dos bovinos de leite {02} (pg.01).

(1) Segundo a SAA, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de Santa Catarina, são consideradas pequenas propriedades no Estado, aquelas com até 50 hectares.

Por sua vez, esta produção significativa de alimentos consumidos pela população necessita estar em permanente crescimento em função do aumento populacional.

No entanto, esta imensa parcela produtiva, que são os pequenos proprietários rurais, a cada dia encontra-se mais e mais alijados de todo o processo de modernização da agricultura brasileira, que volta-se ao uso intenso de insumos energéticos obtidos em mercados oligopolizados e ao plantio de produtos exportáveis, enquanto que o pequeno produtor continua a produzir bens de subsistência com tecnologias adaptadas e tradicionais, implicando muitas vezes em produtos com custo final acima do preço do mercado.

Na verdade como qualquer empresário, o pequeno produtor toma decisões sobre seu sistema de produção, executa-os e corre todos os riscos relativos ao investimento.

As recomendações atuais, têm evidenciado o intenso uso de capital, fator pouco disponível entre pequenos produtores, crescendo mais, portanto, o risco dos pequenos investimentos e diminuindo o poder de barganha destes produtores.

Entretanto, a própria conjuntura mundial no que diz respeito ao uso do fator energia (sob todas as formas) na agricultura, prevê a ascensão de sistemas produtivos que apresentam pelo menos um equilíbrio em seu balanço energético (os sistemas intensivos apresentam balanços negativos) , premiando as tecnologias que prevêm o baixo uso de energia não renovável e consideram o processo de produção com todas as suas interações e interdependências.

Mister se faz, portanto, que, baseado nos conhecimen

tos próprios dos pequenos produtores e com sua participação, sejam gerados sistemas produtivos que evitem a solução do aumento de produção via consumo intensivo de insumos não renováveis, chegando-se a sistemas compatíveis com a realidade sócio-econômica destes produtores. Sob a ótica da abordagem sistêmica a ser adotada, torna-se extremamente importante, que entenda-se a propriedade como um todo integrado, enfatizando a atenção aos processos internos do mesmo, principalmente as interações entre seus componentes, visando minimizar ao máximo a dependência das entradas provenientes de fontes externas.

Tal tecnologia produtiva permitirá ao pequeno produtor continuar a produzir primordialmente a alimentação básica familiar, bem como produzir mercadorias para venda. Com o aumento de sua produtividade, poderá finalmente dispor dos recursos financeiros necessários para a compra daquilo que ele não produz, bem como manter sua infra-estrutura produtiva {02} (pg. 06-08).

Essas considerações dão sustento à necessidade cada vez maior de tecnologias produtivas e eficientes, as quais por sua vez só serão concebidas através do pleno conhecimento qualitativo/quantitativo das propriedades agrícolas.

Um diagnóstico realizado pela EMPASC{03}, mostra que em Santa Catarina, as combinações de diferentes atividades econômicas a nível de pequenas propriedades agrícolas são uma constante. Combina-se culturas anuais e plantas perenes, gado e atividades de processamento, em função principalmente do uso coletivo de insumos e pela competição por recursos li

mitados.

O enfoque sistêmico adotado, acentua "a importância da descrição e análise das propriedades agrícolas como ponto de partida no delineamento e execução de planos de pesquisa e extensão rural" {02} (pg.05).

Esta maneira de focar o problema geral, é proposta da própria EMPASC{02}, como forma de conhecer os sistemas, realizar experiências alternativas e verificar resultados para finalmente propor sistemas diversificados, eficientes e produtivos diante de situações reais e específicas de cada região.

Tal enfoque, também proposto neste trabalho, tem como objetivo o estudo das interdependências e inter-relações entre os componentes e o meio ambiente em que tais propriedades se inserem, englobando o sistema integrado de produção.

Utilizando-se de tais pesquisas e pretendendo aliar a elas instrumentos auxiliares de análise, propõe-se um modelo matemático, o qual poderá inicialmente auxiliar em algumas análises e posteriormente, à medida em que evolua, ser um instrumento de análise de sensibilidade de sistemas os mais diversificados possíveis, contribuindo, quem sabe, para uma maior eficácia do processo de conhecimento de nossa realidade.

2.3 - Caracterização da Pequena Propriedade como Sistema

"Um sistema é um arranjo de componentes físicos, um conjunto ou coleção de coisas, unidas ou relacionadas de tal forma que funcionam ou atuam como uma unidade ou um todo".

(BECKT, 1974, citado por Hart 1979 e citado por ROCKENBACH) {01}.

A análise sistemática de um processo que recebe entradas e produz saídas, procura relacionar a estrutura do sistema com suas funções. Segundo ainda o conceito de sistema, o mesmo se caracteriza por cinco elementos: entradas, componentes, interação entre componentes, saídas e limites {01}.

Assim, de maneira geral, um sistema possui uma estrutura relacionada com o arranjo de seus componentes e uma função relacionada com a forma de atuação do mesmo.

Conforme {02}

"todo sistema de produção agrícola tem propósitos determinados- Interessa neste caso conhecer melhor as variáveis nas quais o agricultor se baseia para decidir entre sistemas alternativos.

A unidade básica de interesse é a propriedade agrícola diversificada (sistema integrado de produção).

Este enfoque, aplicado ao estudo e análise dos fenômenos e unidades agrícolas, contribui para melhorar o entendimento desses fenômenos e permite estabelecer estratégias de ação para implementar a adaptação e criação de novos sistemas agrícolas alternativos.

As propriedades agrícolas são as unidades básicas de produção manejadas pelos produtores. A maioria destas propriedades combinam várias atividades de produção. A pesquisa em sistemas de propriedades orienta-se à cada componente presente na propriedade e às inter-relações existentes entre elas e a unidade e seu meio ambiente. A pesquisa em sistemas de propriedades emprega informação dos vários sistemas consumo-produção da propriedade e do ambiente que atua sobre a unidade para aumentar a eficiência dos recursos utilizados pela propriedade.

Os sistemas interagem entre si: podem competir por um recurso ou funcionar em seqüência, como sucede quando um produz uma saída que é ao mesmo tempo entrada de outro" {02}. (pg. 09-11).

Fica claro portanto, a total afinidade entre as características gerais de sistemas e aquelas pertinentes às propriedades agrícolas.

2.4 - O Sistema de Produção Analisado

O tipo de sistema de produção analisado, está bem descrito no diagnóstico da EMPASC {03} (pg. 31-33), como segue:

"Na região oeste de Santa Catarina as propriedades rurais caracterizam-se pela diversidade de atividades agropecuárias, desenvolvidas quase que exclusivamente pelo produtor rural e sua família. No entanto, mesmo com a presença de muitos componentes de produção na grande maioria das propriedades, pode-se agrupá-las em função de suas atividades, importância econômica de seus componentes e destino da produção, vinculação à indústria e uso de máquinas agrícolas.

Na maioria das propriedades alguns componentes e a maior parte das práticas culturais são manejados de maneira semelhante. O preparo do solo é feito comumente com o uso de arados fuçadores tracionados por bois e as capinas são feitas geralmente com enxadas manuais. Em alguns casos a capina também é feita com arados fuçadores ajustados para este fim.

O uso de fertilizantes químicos para as culturas é limitado. No entanto, é comum a prática da adubação orgânica através de esterco. Na entressafra das culturas principais, alguns agricultores procuram manter as áreas cobertas com culturas utilizáveis para adubação verde.

As operações de colheita dos produtos milho, feijão e soja são feitas manualmente e a separação dos grãos de seus frutos é feita com trilhadeiras estacionárias.

O componente bovino está presente na grande maioria das propriedades rurais. Sua função é a de fornecer serviços, alimento para a família do produtor na forma de leite e derivados e, eventualmente, carne. Alguns produtores, cujas propriedades estão situadas próximas dos centros urbanos, comercializam pequenas quantidades de leite "in natura", assim como outros mais do interior, vendem queijo, manteiga e nata aos consumidores da cidade. Os animais são nutridos basicamente com alimentos volumosos provenientes de capineiras e outras forrageiras. Geralmente os bovinos são mantidos em poteiros, sendo recolhidos a abrigos apenas para a complementação da alimentação com milho, mandioca e outros restos culturais ou também em períodos de muita chuva.

As pastagens são formadas por gramíneas nativas e geralmente mantidas livres de plantas daninhas, não recebendo qualquer tipo de aplicação de nutrientes além do esterco dos animais que nelas pastejam.

O componente quintal doméstico também é encontrado em maior ou menor escala em todas as propriedades rurais. Esta atividade engloba fundamentalmente a obtenção de produtos para a subsistência da família do produtor. Este componente envolve as culturas de aipim, batata-doce, arroz de sequeiro, amendoim, frutas e hortaliças, bem como condimentos e plantas medicinais. Apesar dessas culturas representarem grande parte da alimentação das famílias rurais, normalmente são relegadas a um segundo plano em função de não propiciarem ingressos financeiros para as propriedades. Geralmente são manejadas pela esposa do agricultor, a qual tem a função primordial de organizar e conduzir a casa. A fertilização destas culturas é feita basicamente com esterco de aves, de suínos e de bovinos e restos orgânicos da propriedade.

Todos os produtores rurais mantêm ao redor de suas casas um plantel de aves coloniais, também conhecidas como galinhas caipiras. Estes componentes têm função primordial de fornecer carne e ovos para as famílias rurais. Geralmente estas aves são presas em galinheiros rústicos durante o período de implantação das culturas e após são deixadas soltas. Alguns produtores, além de criarem aves coloniais sem raça definida, criam também frangos de corte com a finalidade exclusiva de produzir carne.

Outro componente que está presente na maioria das propriedades é a mata e/ou capoeira. A mata compreende a área de terra que não foi desbravada ou na qual foi realizado um trabalho de reflorestamento. Geralmente está localizada em áreas de difícil acesso ou impróprias para a agricultura. O objetivo primordial da presença deste componente é o fornecimento de madeira para a construção ou reforma de instalações e casas, além do abastecimento de lenha.

Os suínos comuns normalmente não são criados de maneira tecnificada e são manejados de modo semelhante em todos os tipos de propriedades. Nestas situações são criados com o propósito de fornecer carne e banha à família do agricultor e venda, quando há excesso de produção. A alimentação destes animais está baseada no fornecimento de milho em grão, ou triturado, e em alguns casos, misturado com concentrado. A mandioca, o pasto nativo e as forragens das capineiras também são ingredientes constantes na alimentação dos suínos".

Sobre uma destas propriedades típicas será aplicado o modelo proposto, descrito no capítulo 4.

2.5 - Caracterização do Problema

Com base no que foi descrito anteriormente, pode-se pressupor que, com uma boa análise de todos os fatores que compõem os sistemas interagentes, chega-se a uma razoável de finição do que deve ser produzido e qual a melhor maneira de produzir.

Tais definições, evidentemente, não levam em consideração somente os aspectos agronômicos da questão mas também os fenômenos bióticos, físicos e sócio-econômicos.

Todos estes aspectos têm sua importância relativa na questão do que, de como e de quanto produzir em uma propriedade agrícola.

É no entanto com referência a última das questões, o quanto produzir, que este trabalho procura caracterizar um problema e apresentar um método para sua solução.

De fato, como foi descrito no item 2.2, as variáveis que interagem no processo são inúmeras e por mais que o pequeno produtor detenha a técnica e receba a melhor orientação sobre o que e como produzir, a terceira questão, o quanto produzir, envolve além dos fatores externos, já citados, aqueles resultantes das diferentes formas de interações internas entre os agroecossistemas de sua propriedade.

A combinação de todas estas variáveis e parâmetros que compõem os sistemas externos e a propriedade agrícola com seus agroecossistemas, torna a decisão de quanto produzir ainda mais complexa.

Levando em consideração somente aqueles projetos agrícolas ou agroecossistemas, que economicamente podem fornecer

ao produtor um retorno que compense todo o seu sacrifício, pode-se imaginar suas dúvidas ao ter em mãos um punhado de projetos, cujos benefícios se equivalem, sobre os quais ele tenha pleno conhecimento e apoio de como implementá-los e que, ainda por cima, possuam diversas maneiras de interagirem entre si.

Como foi visto anteriormente, uma das características das pequenas propriedades é a produção diversificada. Assim, portanto, casos como acima descritos são típicos e ocorrem tanto com relação a quem já possua uma propriedade, como também com novos produtores.

O fato é que, não é somente a variável preço de um produto que pesa, pois neste caso o produtor optaria pelo mais lucrativo. Todas as variáveis são importantes quando não se deseja correr riscos demasiadamente grandes, principalmente quando se trata de uma atividade econômica que garante a sobrevivência familiar.

Desta forma, o problema que se procura caracterizar e posteriormente conduzir a uma solução, é, em síntese, o de ter-se disponível uma determinada área rural, sobre a qual pretende-se que sejam implantados alguns projetos agrícolas e/ou pecuários, os quais possam de diversas formas interagirem consigo mesmo e entre si.

Assim, definidos quais projetos devam ser implantados, qual deverá ser a área destinada a cada um deles, de tal forma, que se possa obter o máximo de retorno para o produtor?

Não se trata absolutamente de uma forma especulativa de produção, objetivando simplesmente o máximo lucro, pois quando da escolha dos projetos a serem delineados, devem ser

levados em conta, todos aqueles fatores, que as tecnologias alternativas, exclusivas das pequenas propriedades, consideram como preponderantes.

O problema ainda existirá, mesmo que por conta de tais tecnologias, se veja o produtor orientado no sentido de cultivar ou criar um mínimo de determinados agroecossistemas. Tais exigências, farão apenas com que ele passe a ter alguns parâmetros adicionais, em substituição a algumas variáveis.

Como hipótese crê-se que uma pequena propriedade, mesmo com produção extremamente diversificada é tão viável economicamente quanto aquela de monocultura, que objetiva o lucro imediato.

Tal hipótese é mais enfática se for levado em conta os riscos da monocultura com relação à pragas, doenças e principalmente aos problemas típicos do mercado agrícola. Além disso, a médio prazo a diversificação evita a perda de fertilidade da terra e com isto os gastos com grandes quantidades de fertilizantes e defensivos, tão comuns em propriedades monoprodutoras.

Portanto, o que se propõe neste trabalho é uma metodologia de solução deste problema, a qual inclui um modelo para sua solução.

2.6 - Comentários

Neste capítulo procurou-se mostrar que as circunstâncias que cercam o pequeno produtor rural, bem como sua importante participação no processo da produção primária em estados como o de Santa Catarina, tornam toda e qualquer análise

de problemas a eles ligados oportunas.

Outra importante passagem deste capítulo mostra a possibilidade de focar-se a pequena propriedade rural sob a ótica de análise de sistemas, permitindo o estudo das interdependências e inter-relação entre seus componentes e o meio no qual se insere, caracterizando-os perfeitamente num sistema integrado de produção.

A partir destas considerações, descreveu-se os principais elementos do sistema de produção analisado, para finalmente definir um dos problemas enfrentado pelo produtor rural, o qual será analisado e tratado neste trabalho, gerando-se um modelo matemático e um método/roteiro de trabalho para resolvê-lo.

O capítulo que segue, objetiva exatamente a formulação deste modelo, levando-se em conta a abordagem sistêmica até aqui apresentada.

CAPÍTULO III

3. MODELO PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE DIMENSIONAMENTO

3.1 - Introdução

Apresenta-se neste capítulo um modelo matemático para a simulação da produção de um sistema agropecuário através da escolha adequada da dimensão dos projetos que compõem a propriedade.

São apresentadas a estrutura do problema, as variáveis e parâmetros envolvidos e os aspectos do relacionamento entre as grandezas envolvidas.

3.2 - Estrutura do Problema

Como foi visto no capítulo anterior, a principal característica do problema consiste em determinar, para um dado número de projetos escolhidos, suas áreas e, conseqüentemente, seus volumes de produção, de tal forma a obter o máxi

mo lucro.

Simplificadamente, pode-se conceituar o lucro de um projeto, como sendo a diferença entre sua receita e sua despesa;

$$L = R - D, \text{ onde} \quad (1)$$

L = Lucro do projeto

R = Receita do projeto

D = Despesa do projeto.

Em um projeto agropecuário ou agroecossistema, a receita é proveniente da venda do produto ou produtos deste projeto ao mercado. Já as despesas, incluem todos os custos, fixos e variáveis, tanto para a implantação quanto para custeio.

Portanto, para um projeto "p" qualquer, o lucro será a diferença entre a receita proveniente da venda de seus produtos e os custos de implantação e manutenção deste, em determinado período, ou seja:

$$L^p = R^p - D^p, \text{ onde} \quad (2)$$

L^p = Lucro de um projeto p qualquer

R^p = Receita do projeto p

D^p = Despesa do projeto p

Esquemáticamente, um projeto agropecuário ou agroecossistema, pode ser representado como na figura 1, por um vetor de entrada $INS \in \mathbb{R}^n$, de componentes $(ins_1, ins_2 \dots ins_n)$, o qual denomina-se "Vetor dos insumos necessários ao agroecossistema", por um processo qualquer de transformação, e por outro vetor de saída, $\overline{PRD} \in \mathbb{R}^m$, de componentes (prd_1, \dots, prd_m) .

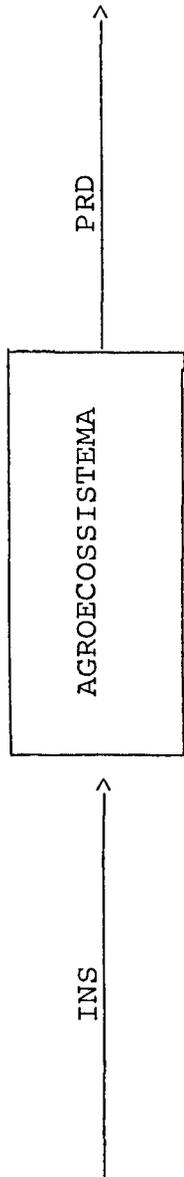


Figura 1: Representação Esquemática de um Agroecossistema

$\text{prd}_2 \dots \text{prd}_m$), denominado "vetor dos produtos do projeto".

Por outro lado, pode-se considerar cada componente de $\overline{\text{INS}}$, ou de $\overline{\text{PRD}}$, como uma mercadoria disponível no mercado. Sob tal raciocínio, pode-se então imaginar uma lista ordenada de mercadorias que congregam todos aqueles elementos do $\overline{\text{INS}}$ e $\overline{\text{PRD}}$. Desta forma, tanto $\overline{\text{INS}}$ quanto $\overline{\text{PRD}}$ passam a ter a mesma dimensão, de acordo com o tamanho dessa lista de insumo/produto.

Assim sendo, $\overline{\text{INS}}$ e $\overline{\text{PRD}} \in \mathbb{R}^m$ com componentes $(\text{ins}_1, \text{ins}_2, \dots, \text{ins}_m)$ e $(\text{prd}_1, \text{prd}_2, \dots, \text{prd}_m)$ respectivamente.

Evidentemente, isso acarreta a possibilidade de elementos nulos tanto em um como no outro vetor, tendo em vista que nem todos os elementos da lista farão parte do vetor de insumos $\overline{\text{INS}}$, bem como do vetor de produtos $\overline{\text{PRD}}$.

Desta maneira, por exemplo, se o primeiro elemento da lista for milho, e um projeto p necessitar de milho como insumo, mas não produzi-lo, o primeiro elemento do vetor $\overline{\text{INS}}$ deste projeto será diferente de zero, indicando a quantidade necessária de milho, como insumo ao projeto. De maneira análoga, o primeiro elemento do vetor $\overline{\text{PRD}}$, deverá ser nulo pois o projeto em questão não produz a mercadoria milho.

Com respeito a preços, cada elemento da lista de mercadorias, terá seu preço no mercado e, por consequência, cada elemento dos vetores $\overline{\text{INS}}$ e $\overline{\text{PRD}}$.

Denomina-se o vetor, $V \in \mathbb{R}^m$ de componentes (v_1, v_2, \dots, v_m) , de "vetor preço-mercado".

Desta forma, admite-se que a receita R, seja:

$R = \text{PRD}^t \cdot V$, um escalar, onde:

$\text{PRD}^t = \text{vetor } \overline{\text{PRD}} \text{ transposto}$

Desta forma, a despesa D será:

$D = \text{INS}^t \cdot V$, também um escalar, onde:

$\text{INS}^t = \text{vetor } \overline{\text{INS}} \text{ transposto}$

Logo, a expressão do lucro, fica:

$$L = \text{PRD}^t \cdot V - \text{INS}^t \cdot V \quad (3)$$

Relativamente a um projeto p qualquer, a expressão

(3) ficaria:

$$L^p = (\text{PRD}^p)^t \cdot V - (\text{INS}^p)^t \cdot V \quad (4)$$

Sob o ponto de vista das unidades, é conveniente esclarecer que tanto os elementos do vetor de insumos $\overline{\text{INS}}$, quanto os do vetor de produtos $\overline{\text{PRD}}$, são expressos em "quantidades por unidade de área".

Observa-se ainda que cada agroecossistema, seja uma cultura ou uma criação, tem seu próprio período de tempo, relativo a sua produção. Assim no ciclo produtivo de uma cultura incluem-se todas as etapas, desde o preparo do solo até a colheita e em alguns casos, tratamentos posteriores a esta. Já para as criações, na medida em que a mesma já esteja implementada, seu ciclo é praticamente contínuo, embora se possa determinar alguns períodos típicos como por exemplo, do nascimento ao abate de um boi, ou os períodos entre substituições de matrizes, etc..

Para o propósito, estabeleceu-se um período de planejamento, dentro do qual calcula-se a produção média de cada agroecossistema bem como suas necessidades médias de insumos.

A idéia portanto, é que a unidade da qual se está tratando seja sempre "quantidade por unidade de área por período de planejamento". Sendo portanto o período, o mesmo para todos os agroecossistemas, adota-se simplificadaamente "quantidade por unidade de área".

Ou seja, cada um dos componentes do vetor \overline{INS} , de um projeto p qualquer, estará indicando a quantidade necessária de um determinado insumo por unidade de área implantada deste projeto.

Desta forma, cada um dos componentes do vetor \overline{PRD} , de um projeto p qualquer, indicará a quantidade produzida, de determinada mercadoria, por unidade de área implantada do projeto.

A expressão (4), mostra portanto o lucro por unidade de área de um determinado projeto p.

Sendo assim, multiplicando a expressão (4) por H^p , com $H^p \in \mathbb{R}$ é denominado de "Área do Projeto p, tem-se a expressão do lucro do projeto p, conforme apresenta-se abaixo:

$$L^p = H^p \cdot ((PRD^p)^t \cdot V - (INS^p)^t \cdot V), \text{ onde} \quad (5)$$

L^p = Lucro do projeto p.

H^p = Área total do projeto p.

PRD^p = Vetor de produção/unidade de área do projeto p.

INS^p = Vetor de insumos/unidade de área do projeto p.

V = Vetor preço-mercado.

Observa-se no entanto, que muitas vezes não será tarefa simples expressar determinados insumos ou produtos em quantidades por unidades de área, principalmente com relação

aos projetos de criações.

Com relação aos projetos do tipo "cultura", o problema praticamente inexistente, pois a grande maioria dos insumos necessários, bem como suas produções, são comumente apresentadas na forma de kg/ha. ou ton./ha., ou seja, "Quantidade por unidade de área".

Já com relação às "criações", muitas vezes encontra-se como forma de expressão, a unidade "cabeças de animais" ou "litros de leite por cabeça" ou "quilos de carne por cabeça", etc.

Evidentemente, torna-se perfeitamente possível transformar tais unidades em "cabeças por hectare", "litros de leite por hectare" ou "quilo de carne por hectare". Para tanto, basta saber quantas cabeças de animais de determinado tipo cabem em uma unidade de área, por exemplo o hectare, para que tal transformação seja possível. Como será visto no próximo capítulo, o próprio CEPA/SC, Instituto de Planejamento e Economia Rural de Santa Catarina, utiliza tal unidade.

A título de ilustração e imaginando que o ideal em termos de gado leiteiro da raça Holandesa é 1,2 cabeças por hectare de pasto com forragem, e sabendo que em média tal animal produz 15 litros de leite/dia, a unidade de produção média de leite diário em um projeto de gado leiteiro será 18 litros de leite por hectare.

Posto isto, e olhando com um pouco mais de detalhe a representação gráfica da figura 1, vê-se que uma representação um pouco mais aproximada da realidade deve levar em conta a possibilidade de determinados produtos serem reconduzi-

dos ao início do processo, passando a serem consumidos como se fossem insumos gerados pelo próprio agroecossistema.

As culturas geram sementes ou mudas para sua própria renovação, assim como as criações geram as matrizes para sua procriação.

Enfim, na grande maioria das vezes existe a possibilidade de parte dos produtos virem a ser utilizados como insumos em seus próprios projetos. A figura 2, mostra de forma esquemática tal possibilidade. Vê-se que uma parcela do que é produzido, é destinada à entrada do processo em substituição a uma parte ou a totalidade de algum insumo adquirido ao mercado.

Tal parcela resultante é o vetor $\overline{D \cdot PRD}$, de mesma dimensão que \overline{PRD} , cujas componentes, indicam as quantidades de determinados insumos cuja origem é o próprio projeto.

A matriz $m \times m$ D , chamada de "Matriz de Distribuição" é quem designa em que quantidade um determinado produto, i -ésima componente de \overline{PRD} , passará a ser utilizada como insumo ao projeto, em substituição à parte ou toda a quantidade da i -ésima componente de \overline{INS} . Fica claro que tais componentes, são elementos de mesma natureza.

A matriz de distribuição D é assim chamada, por que são os seus componentes que determinam o quanto de produzido é destinado ao consumo doméstico. A seus elementos, são atribuídos valores que podem variar entre zero e um e sua natureza foi concebida de forma que em sua estrutura, estejam contidos elementos que possibilitem e permitam a troca de insumos por produtos para qualquer tipo de combinação entre es

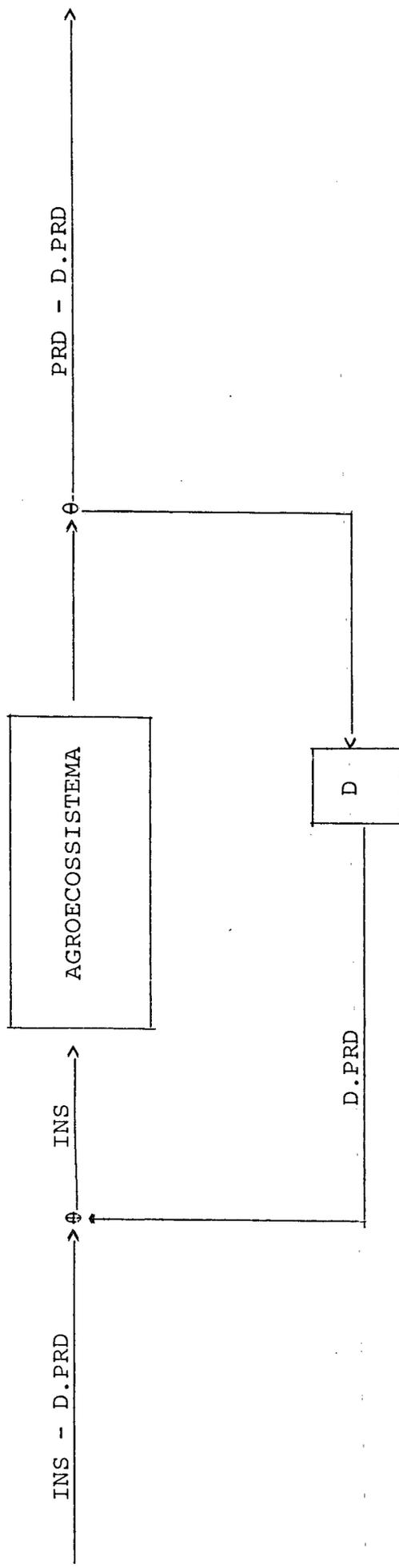


Figura 2: Representação Esquemática de um Processo Realimentado

tes. Sua dimensão, $m \times m$, está em acordo com as dimensões dos vetores \overline{INS} e \overline{PRD} .

Assim cada linha da matriz apresenta elementos os quais indicam a possibilidade ou não de que o k -ésimo produto (indicado pela linha), possa substituir qualquer dos l -ésimos insumos (indicados pelas colunas da matriz). Como esta substituição só poderá ser processada entre mercadorias da mesma natureza, e por força da estrutura dos vetores \overline{INS} e \overline{PRD} - formados a partir de uma lista ordenada de "m" mercadorias - as únicas possibilidades efetivas de substituição, em contra-se indicadas nos elementos pertencentes a diagonal principal da matriz D.

Assim por exemplo para um projeto p , que tanto produz quanto necessita de determinada mercadoria, tal insumo e produto tem a mesma natureza, e portanto encontra-se tanto em \overline{INS} quanto em \overline{PRD} , na mesma ordem dentro dos vetores. Pois bem, tal ordem indicará linha e coluna da matriz D, cuja componente será um elemento da diagonal principal desta matriz, e pode, variando entre 0 (zero) e 1 (um), permitir que nada, parte ou a totalidade do produzido seja transferido para consumo do próprio projeto.

Tomando-se por base o exemplo da figura 2, imagine-se que no projeto em questão a i -ésima componente de \overline{PRD} , bem como a i -ésima componente de \overline{INS} , sejam não nulos. Neste caso, tal mercadoria produzida pode substituir o insumo em sua totalidade ou parcialmente, de acordo com a necessidade do próprio projeto.

Desta forma, se o projeto produz 20 vezes o insumo que necessita, o elemento de ligação entre ambos, situado na

i-ésima posição da diagonal principal da matriz (D), poderá no máximo assumir o valor $\frac{1}{20}$, pois quando esta multiplicar o o vetor \overline{PRD} , permitirá que aquele insumo correspondente se ja totalmente substituído pela produção interna, sendo tal volume abatido das necessidades de mercado, como mostra na figura a parcela $(\overline{INS} - (D) \cdot \overline{PRD})$.

Obviamente, tal quantidade destinada ao "mercado interno" da propriedade rural, deverá ser abatida da produção total do projeto. A parcela resultante de tal desconto, é aquela que será por fim destinada ao mercado consumidor. Tal parcela encontra-se representada na figura 2 por $(\overline{PRD} - (D) \cdot \overline{PRD})$.

O fato de parte da produção ser destinada ao suprimento da demanda interna, implica na comercialização de tais mercadorias, a um preço diferente do chamado preço de mercado. O que ocorre verdadeiramente, é que aqueles produtos, são "vendidos" ao próprio projeto a um chamado "preço-custo". Tal preço engloba todos os custos de produção do produtor, incluindo os custos fixos e variáveis.

Desta forma, aquela receita que seria obtida com a venda de tal quantidade dos produtos ao mercado, é substituída por outra, resultante da venda destes ao próprio projeto, mas efetuada a um preço de custo de produção.

Sendo considerado que os ciclos de produção se repetem período a período, e que a partir da primeira produção, salvaguarda-se a quantidade de insumos necessários ao próximo ciclo produtivo, pode-se considerar a não necessidade de aquisição de tal insumo ao mercado, pois o mesmo se encontra

ã disposição internamente na propriedade. Desta forma, tais quantidades são abatidas daquelas necessidades totais, contribuindo para uma minimização da parcela das despesas, e portanto, para uma maximização do lucro do projeto, evidentemente quando o preço-mercado for maior que o preço-custo.

Levando-se em conta tais considerações, chega-se a expressão do lucro para um projeto com possibilidades de interagir com si próprio. Antes porém convém definir um vetor $C \in R^m$, de componentes $(c_1, c_2, c_3 \dots c_m)$, denominado "vetor preço-custo".

A partir da figura 2 e da expressão (5), chega-se a:

$$L = (H. PRD - D.PRD.H)^t . V + (H.D.PRD)^t . c - (H. INS - H.D.PRD)^t . V$$

ou

$$L = \{H. (PRD-D.PRD)^t . V + (H.D.PRD)^t . C\} - \{H. (INS-D.PRD)^t . V\} \quad (06)$$

onde:

L = Lucro do projeto

$H. (PRD-D.PRD)^t . V$ = receita obtida da venda dos produtos ao mercado consumidor;

$(H.D.PRD)^t . c$ = receita obtida da venda dos produtos ao mercado interno da propriedade;

$H(INS-D.PRD)^t . V$ = despesas obtidas com a compra de insumos ao mercado fornecedor, abatidas as quantidades produzidas pelo projeto em $D.PRD$.

As diferenças fundamentais entre as expressões (5) e (6) consistem exatamente nas inclusões das parcelas resultantes da possibilidade de "vendas internas" das mercadorias no projeto. Tal possibilidades, implica em receitas menores

quando c for menor que V , o que normalmente ocorre, mas em compensação implica muito mais em uma diminuição das despesas com a aquisição de insumos, tendo como resultado um maior lucro no projeto.

3.3 - O Modelo Proposto

Considerando o fato de que uma propriedade rural possa compreender mais de um agroecossistema ou projeto rural, imagine-se, uma propriedade com dois agroecossistemas, os quais tenham possibilidades de interagirem, não somente com si próprios, mas também, e principalmente entre si.

Esquemáticamente pode-se imaginar tais projetos como mostra a figura 3.

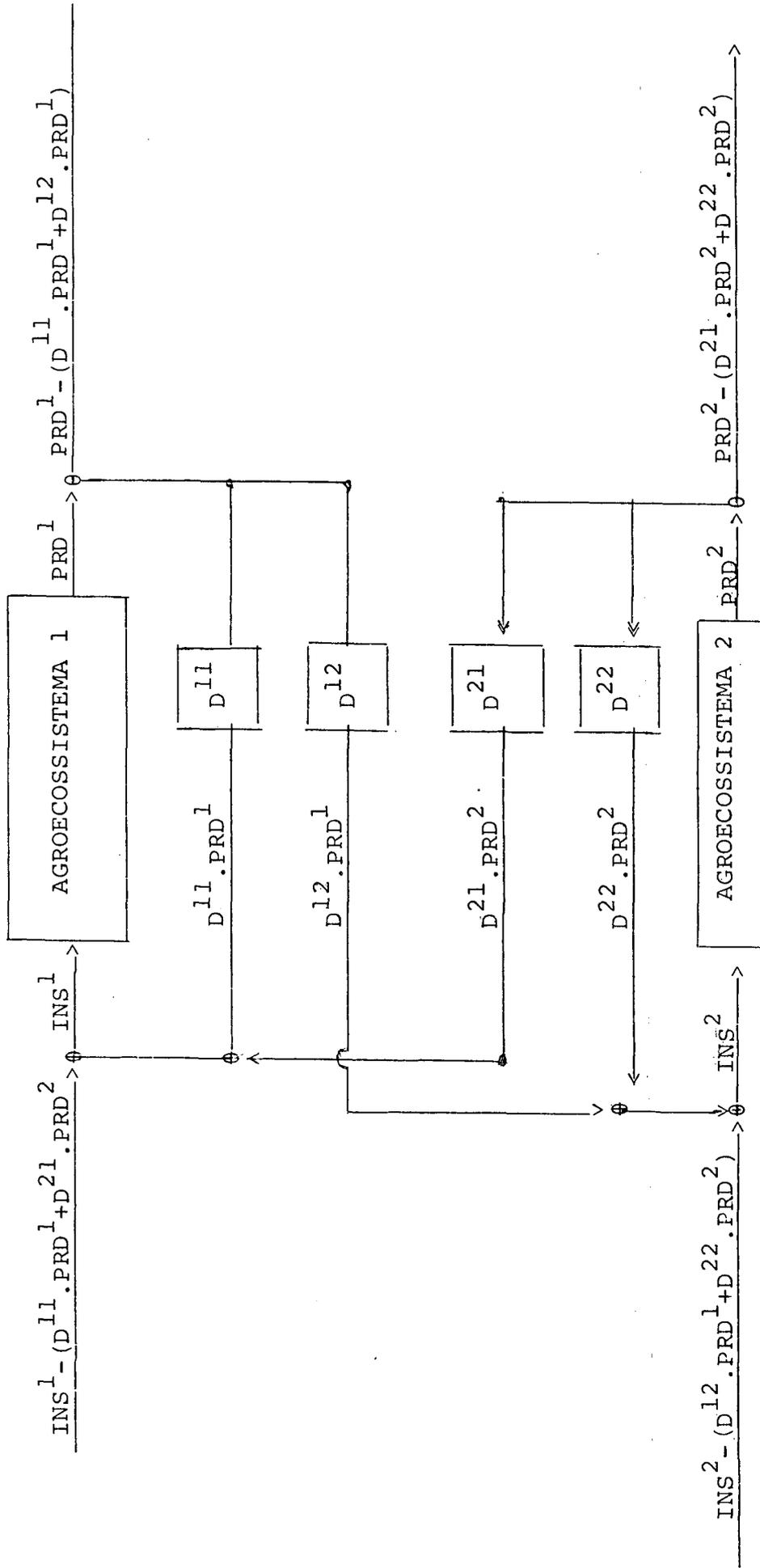


Figura 3: Representação Esquemática de Dois Projetos Interagindo.

Na figura estão representadas todas as possibilidades de troca entre projetos, bem como substituições de insumos por produtos de um mesmo projeto. Vê-se que para cada uma das possibilidades, é definida uma matriz D , com dois índices, o primeiro indicando a proveniência de determinado produto, e o segundo o destino do mesmo, em substituição a algum insumo.

Desta forma, o vetor resultante de $D^{12} \cdot PRD^1$, por exemplo indicará que quantidades, por unidade de área, de determinadas mercadorias produzidas no projeto 1, serão destinadas ao projeto em substituição a insumos de mesma natureza.

A estrutura da matriz D de distribuição é a mesma já citada, mas de forma $\begin{matrix} D^{11} & D^{12} \\ D^{21} & D^{22} \end{matrix}$, onde D^{ij} é $m \times m$, enquanto que os valores atribuídos a seus elementos - dependerão evidentemente, da possibilidade ou não de existirem trocas entre os projetos. Se o projeto 1, produz determinado insumo necessário ao projeto 2, a ordem deste produto no vetor PRD^1 , será a mesma do insumo da mesma natureza em INS^2 .

A relação entre os dois elementos, insumo e produto, indicará o valor máximo possível para a componente da matriz D^{12} . Tal elemento ocupará na diagonal principal de D^{12} , a mesma ordem dos elementos que a geraram em PRD^1 e INS^2 .

Quando tal relação resultar um valor maior do que 1 (um) isto significará que determinado projeto necessita, por unidade de área, muito mais insumos do que o outro é capaz de produzir. Por força de restrição do próprio modelo, como se vê adiante, tal variável deverá assumir valor 1 (um), indicando que 100% da produção daquele insumo pode ser conduzida ao projeto necessitado.

Sendo assim, examina-se para cada combinação de projetos se existe ou não possibilidades de mercadorias produzidas, virem a substituir insumos necessários.

Quando tal possibilidade for verdadeira para determinado insumo/produto, tem-se na diagonal da matriz de distribuição, um elemento que variando entre zero e no máximo 1, determina a que nível tal troca será efetuada.

Além disso, assim como para um projeto único, para 2 projetos, as quantidades transferidas deverão ser deduzidas, tanto do que é produzido quanto do que é necessário comprar, como mostra a figura 3 e os vetores resultantes são da forma; $PRD^1 - (D^{11} \cdot PRD^1 + D^{12} \cdot PRD^2)$, $PRD^2 - (D^{21} \cdot PRD^1 + D^{22} \cdot PRD^2)$, $INS^1 - (D^{11} \cdot PRD^1 + D^{21} \cdot PRD^2)$ e $INS^2 - (D^{12} \cdot PRD^1 + D^{22} \cdot PRD^2)$.

O lucro esperado para uma propriedade com tais projetos, será igual ao lucro alcançado como soma dos lucros individuais de cada um deles, ou seja:

$$L = L^1 + L^2 \quad (7)$$

onde:

L = Lucro Total

L^1 = Lucro do projeto 1

L^2 = Lucro do projeto 2

Mas L^1 , é resultado da expressão:

$$L^1 = \{ (H^1 \cdot PRD^1 - (D^{11} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{12} \cdot PRD^2 \cdot H^1)) \cdot V + (D^{11} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{12} \cdot PRD^2 \cdot H^1) \cdot V \}$$

onde:

$(H^1 \cdot PRD^1 - (D^{11} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{12} \cdot PRD^2 \cdot H^1)) \cdot V$ = parcela da receita

do projeto 1, proveniente da venda das mercadorias produzidas por PRD^1 ao mercado consumidor, abatidas aquelas quantidades destinadas ao mercado interno da propriedade.

$(D^{11} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{12} \cdot PRD^1 \cdot H^1)^t \cdot C$ = parcela da receita do projeto 1, proveniente da venda das mercadorias produzidas por PRD^1 , ao mercado interno da propriedade.

$(H^1 \cdot INS^1 - (D^{11} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{21} \cdot PRD^2 \cdot H^2))^t \cdot V$ = despesas do projeto 1, proveniente da aquisição de insumos no mercado fornecedor, abatidas as quantidades proveniente da produção interna.

Da mesma forma a expressão de L_2 resulta em:

$$L^2 = \{ (H^2 \cdot PRD^2 - (D^{21} \cdot PRD^2 \cdot H^2 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2))^t \cdot V + (D^{21} \cdot PRD^2 \cdot H^2 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2)^t \cdot C \} - \{ (H^2 \cdot INS^2 - (D^{12} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2))^t \cdot V \} \quad (09)$$

onde:

$(H^2 \cdot PRD^2 - (D^{21} \cdot PRD^2 \cdot H^2 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2))^t \cdot V$ = parcela da receita do projeto 2, proveniente da venda das mercadorias, produzidas por PRD^2 , ao mercado consumidor, abatidas as quantidades destinadas ao mercado interno da propriedade.

$(D^{21} \cdot PRD^2 \cdot H^2 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2)^t \cdot C$ = parcela da receita do projeto 2, proveniente da venda das mercadorias produzidas por PRD^2 , ao mercado interno da propriedade.

$(H^2 \cdot INS^2 - (D^{12} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2))^t \cdot V$ = Despesas do projeto, proveniente da aquisição de insumos no mercado fornecedor, abatidas àquelas quantidades provenientes da produção interna.

Substituindo na expressão (7), as expressões (8) e (9), tem-se:

$$L = \{ ((H^1 \cdot PRD^1 - (D^{11} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{12} \cdot PRD^1 \cdot H^1))^t \cdot V + (D^{11} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{12} \cdot PRD^1 \cdot H^1)^t \cdot C) - ((H^1 \cdot INS^1 - (D^{11} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{21} \cdot PRD^2 \cdot H^2))^t \cdot V) \} + \{ ((H^2 \cdot PRD^2 - (D^{21} \cdot PRD^2 \cdot H^2 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2))^t \cdot V + (D^{21} \cdot PRD^2 \cdot H^2 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2)^t \cdot C) - ((H^2 \cdot INS^2 - (D^{12} \cdot PRD^1 \cdot H^1 + D^{22} \cdot PRD^2 \cdot H^2))^t \cdot V) \}$$

(10)

O resultado da expressão (10), será o lucro obtido pe

los projetos 1 e 2, levando-se em conta todas as possibilidades de interações entre os mesmos. Observa-se, que neste caso, em função da fixação dos parâmetros técnicos fornecidos pelo agrônomo ou equivalente, o lucro dependerá exclusivamente do partilhamento da área disponível entre os projetos, da quantidade de insumos gerados internamente e naturalmente do nível de intercâmbio desejado entre os projetos.

Extendendo a expressão (10), para o caso de uma propriedade com n projetos, todos passíveis de interações entre si, a expressão geral do lucro total fica:

$$L = \sum_{i=1}^n (H^i \cdot PRD^i - \sum_{j=1}^n D^{ij} \cdot PRD^i \cdot H^j)^t \cdot V + (\sum_{j=1}^n D^{ij} \cdot PRD^i \cdot H^j)^t \cdot C - (H^i \cdot INS^i - \sum_{j=1}^n D^{ji} \cdot PRD^j \cdot H^i)^t \cdot V$$

onde:

$$\sum_{i=1}^n (H^i \cdot PRD^i - \sum_{j=1}^n D^{ij} \cdot PRD^i \cdot H^j)^t \cdot V = \text{Quantidade de produtos vendidos ao mercado consumidor a preço de mercado.}$$

$$\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n D^{ij} \cdot PRD^i \cdot H^j)^t \cdot C = \text{Quantidade de produtos vendidos ao mercado interno da propriedade, em substituição a insumos necessários, a preço de custo.}$$

$$\sum_{i=1}^n (H^i \cdot INS^i - \sum_{j=1}^n D^{ji} \cdot PRD^j \cdot H^i)^t \cdot V = \text{Quantidade de insumos comprados no mercado fornecedor, abatidas as quantidades fornecidas pela produção interna da propriedade.}$$

Como já foi citado anteriormente, as variáveis do problema são as áreas H^i , atribuídas aos projetos, e os elemen

tos das matrizes D^{ij} , responsáveis em última análise, pelas interações entre os projetos.

Com relação a primeira delas, pode-se dizer que entre as características e peculiaridades da propriedade, objeto de exame pelos especialistas, encontram-se elementos típicos como: tipo de solo, tamanho da área, características físicas (aclive, etc ,). Tais características permitem que tanto o proprietário como o agrônomo possam estabelecer a área máxima aproveitável para cultivo de determinada ou determinadas espécies. Portanto, tem-se como um dos parâmetros do problema, preliminarmente estabelecidos, a área máxima possível de ser ocupada pelos projetos.

Observa-se no entanto, que devido às características dos solos, uma dada área da propriedade poderá ser adequada para alguns projetos e inadequada para outros. Àqueles, cuja implantação é favorável, o limite de sua extensão será a própria extensão de área disponível. Isto pressupõe, portanto, dois tipos de restrições relativas a tamanhos dos projetos. A primeira, é a relação entre a área máxima de um determinado projeto, H^i e a área disponível para sua implantação. Neste caso, sendo A^i , o parâmetro de uma dada área disponível, adequada para um projeto i qualquer, $H^i \leq A^i$ expressa a relação acima deferida. Ou seja, a área máxima atribuída a um projeto não pode ser maior do que aquela disponível para sua implantação. Notar que $\sum A^i$ pode ser diferente da área total da propriedade, pois as mesmas não são mutuamente exclusivas. A segunda restrição é proveniente do fato de serem passíveis de implementação em uma mesma área disponível vários projetos. Torna-se evidente que a soma das áreas implementadas dos

vários projetos não pode exceder a área disponível (AD). Desta forma:

$$\sum_{i=1}^n H^i \leq AD \quad (12)$$

Tal relação expressa o segundo tipo de restrição relativa as áreas dos projetos.

Já com relação às variáveis de distribuição, D^{ij} , as restrições existem na proporção direta das quantidades a serem transferidas entre os projetos. Assim, sendo PRD^i o vetor dos produtos do projeto i , então PRD_{μ}^i é a μ -ésima componente de PRD^i , ou seja, a μ -ésima mercadoria produzida por aquele projeto. Além disso, todo o PRD_{μ}^i , será sempre de mesma natureza para qualquer i , e terá a dimensão m , igual ao número total de produtos e insumos, produzidos e necessários em todos os projetos.

Da mesma forma que em PRD^i , as μ -ésimas componentes de INS^i e de D^{ij} . PRD^i serão todas da mesma natureza.

O somatório portanto de todas as componentes $PRD_{\mu}^i . H^i$ é um escalar, que expressa a quantidade total, produzida na propriedade da mercadoria associada à μ -ésima componente - PRD^i , logo:

$$\sum_{i=1}^n PRD_{\mu}^i . H^i \quad (\mu = i, \dots, m)$$

Por outro lado, a quantidade de insumo μ de procedência interna e destinada ao consumo da propriedade, com origem em i , é:

$$\sum_j^m D_{\mu\mu}^{ij} . PRD_{\mu}^i . H^i \quad (\mu = 1 \dots m)$$

Enquanto que a quantidade total do insumo μ de proce
dência interna e destinada ao consumo da propriedade é:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n D_{\mu\mu}^{ij} \cdot PRD_{\mu}^i \cdot H^i \quad (\mu = 1 \dots m)$$

Considerando-se portanto a μ -ésima componente do ve
tor PRD^i , a restrição a sua destinação ao mercado interno da
propriedade será:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n D_{\mu\mu}^{ij} \cdot PRD_{\mu}^i \cdot H^i \leq \sum_{i=1}^n PRD_{\mu}^i \cdot H^i, \quad (\mu = 1, \dots, m)$$

Ou seja, a quantidade total de um insumo μ , de proce
dência interna ($\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n D_{\mu\mu}^{ij} \cdot PRD_{\mu}^i \cdot H^i$) consumida por todos os

projetos, não pode ser superior àquela produzida em todos os
projetos ($\sum_{i=1}^n PRD_{\mu}^i \cdot H^i$).

De maneira análoga ao raciocínio anterior, sabendo-se
que INS^i é o vetor dos insumos do projeto i , então INS_{μ}^i é a
 μ -ésima componente de INS^i , ou seja a μ -ésima mercadoria ne
cessária aquele projeto. Todo o INS_{μ}^i , será sempre da mesma na
taruza para qualquer i e terá dimensão m .

Portanto um escalar que expresse a quantidade necessá
ria a um projeto de determinado insumo INS_{μ}^i será:

$$INS_{\mu}^i \cdot H^i \quad (\mu = 1, \dots, m)$$

Por outro lado, a quantidade total de determinado in
sumo, destinada ao consumo de um projeto i , será:

$$\sum_j D_{\mu\mu}^{ji} \cdot PRD^j \cdot H^j \quad (\mu = 1, \dots, m)$$

Considerando-se portanto a μ -ésima componente do vetor INS^i , a restrição a seu uso será:

$$\sum_{j=1}^n D_{\mu\mu}^{ji} \cdot PRD_{\mu}^j \cdot H^j \leq H^i \cdot INS_{\mu}^i \quad (\mu=1, \dots, m)$$

E de maneira geral, em relação a toda a propriedade,

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n D_{\mu\mu}^{ji} \cdot PRD_{\mu}^j \cdot H^j \leq \sum_{i=1}^n H^i \cdot INS_{\mu}^i \quad (\mu=1, \dots, m)$$

Ou seja as quantidades de insumos destinadas por todos os projetos a cada um deles, não poderá superar suas próprias necessidades.

A expressão completa do modelo fica então:

$$\text{MAX } L = \sum_{i=1}^n \{ (H^i \cdot PRD_{\ell}^i - \sum_{j=1}^n D_{k\ell}^{ij} \cdot PRD_{\ell}^j \cdot H^j) \cdot V_{\ell} + (\sum_{j=1}^n D_{k\ell}^{ij} \cdot PRD_{\ell}^j \cdot H^j) \cdot C_{\ell} \} - (H^i \cdot INS_{\ell}^i - \sum_{j=1}^n D_{k\ell}^{ij} \cdot PRD_{\ell}^j \cdot H^j) \cdot V_{\ell}$$

$$\text{s.a. } H^i \leq A^i, \quad i = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n H^i \leq AD$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n D_{\mu\mu}^{ij} \cdot PRD_{\mu}^j \cdot H^j \leq \sum_{i=1}^n PRD_{\mu}^i \cdot H^i, \quad (\mu = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n D_{\mu\mu}^{ji} \cdot PRD_{\mu}^j \cdot H^j \leq \sum_{i=1}^n H^i \cdot INS_{\mu}^i, \quad (\mu = 1, \dots, m)$$

3.4 - Comentários

A expressão completa do modelo, apresenta um problema de otimização do tipo não-linear, tendo em vista as parcelas D^{ij} , H^i , tanto na função objetiva quanto em duas das restrições.

Sua solução pode ser obtida por meio da programação não-linear. {14}

De fato, tais soluções foram tentadas. Inicialmente por meio de alguns algoritmos disponíveis no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção os quais apresentaram algumas dificuldades, provavelmente em função do número de variáveis. Posteriormente, tentou-se a solução de um problema-exemplo, utilizando-se de um pacote de algoritmos disponíveis pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, em Brasília {21}. Novamente ocorreram dificuldades para a obtenção de uma solução pelo menos razoável.

Além de tais dificuldades, verificou-se que a utilização de algoritmos de programação não-linear, dependendo da complexidade e dimensão do problema a ser resolvido, exige uma razoável capacidade de memória computacional, além evidentemente do conhecimento de algumas técnicas para utilização dos algoritmos, os quais não são, normalmente facilmente utilizáveis por pessoas não afeitas a tal linguagem.

Tais fatos, aliados a um dos objetivos do trabalho, qual seja procurar facilitar a utilização do modelo bem como a análise dos seus resultados, conduziram à possibilidade de sua implantação em microcomputadores, com a sugestão da ex

ploração de uma solução via simulação do modelo apresentado.

Em contrapartida, sabe-se perfeitamente que tal procedimento implica em não garantir o alcance da solução ótima global.

A metodologia proposta é desenvolvida de modo que além de valer-se do uso apenas de micro-computadores, permite por meio de alguns procedimentos lógicos adotados, chegar-se a resultados sub-ótimos, mas perfeitamente satisfatórios tendo em vista a ordem de grandeza destes resultados, conforme comentado adiante. Além do que, como se verá, serão vários os resultados considerados "bons", o que implicará outras formas adicionais para a comparação e escolha do resultado mais satisfatório ao usuário do modelo.

No capítulo que segue é apresentada a metodologia que busca alcançar uma solução sub-ótima para o problema de dimensionamento de áreas em pequenas propriedades rurais, baseando-se em sucessivas simulações do modelo matemático proposto.

CAPÍTULO IV

4 - METODOLOGIA PROPOSTA E APLICAÇÃO DO MODELO

4.1 - Introdução

Neste capítulo propõe-se uma metodologia para a solução do problema, utilizando-se o modelo formulado e esclarecendo seus principais aspectos.

No item 4.2, apresenta-se a metodologia proposta, desde a coleta dos dados até os procedimentos sugeridos ao uso do modelo. Tal metodologia visa sobretudo, definir um roteiro, lógico e acessível, para a solução dos problemas que se apresentem. É também sob esta ótica, a acessibilidade do modelo, que está baseado o programa computacional interativo aqui desenvolvido, cujos aspectos mais importantes são motivos de alguns comentários, objetivando um maior esclarecimento do mesmo.

Finalmente, faz-se a aplicação em um exemplo característico do nosso meio rural, mostrando além dos resultados

a flexibilidade do modelo frente a uma análise de sensibilidade. Conclui-se o capítulo, com alguns comentários sobre o uso do método/modelo e seus resultados.

4.2 - Metodologia Proposta

4.2.1 - Coleta dos Dados Básicos

Esta etapa inicia-se como uma verificação do que o agricultor, orientado ou não, propõe para a utilização de uma determinada área agrícola, a partir da qual é realizada uma coleta de dados, que servirá de base para a etapa posterior, de formulação dos parâmetros e variáveis do problema. Em tal coleta, deverão ser levantados os seguintes elementos:

- i) O número de projetos a serem implantados (agroecossistemas);
- ii) a área total disponível para ser por eles compartilhada;
- iii) a área máxima de cada projeto;
- iv) uma lista de todos os insumos tidos como relevantes à cada um dos agroecossistemas;
- v) apontar para cada agroecossistema proposto, a quantidade necessária de cada insumo por unidade de área. A unidade deverá ser convertida em quantidade/ha.;
- vi) uma lista de todos os produtos e sub-produtos extraídos de cada um dos agroecossistemas;
- vii) apontar para cada agroecossistema proposto, a quantidade produzida de cada produto, cuja unidade deverá ser

quantidade de produto/ha., baseando-se nas características de produtividade da região;

viii) para cada elemento da lista insumo/produto, determinar dois valores denominados, preço-custo e preço-venda.

A determinação dos elementos acima descritos, deverá ser criteriosa, pois dela dependem diretamente os resultados do modelo.

Os itens v e vii poderão eventualmente apresentar alguma dificuldade no que diz respeito às unidades, principalmente quando se tratar de um agroecossistema de criação animal, mormente se o mesmo for do tipo criação intensiva.

Com relação ao item vi, cabe esclarecer, que praticamente tudo que for produzido em determinado agroecossistema, será considerado como um produto, principal ou secundário, mesmo que não seja utilizado internamente na propriedade ou vendido ao mercado.

No item viii, haverá dificuldades, algumas vezes de quantificar-se o preço-venda e o preço-custo. O preço-custo será tomado pelo custo dos insumos que insidem durante todo o desenvolvimento da produção de agroecossistemas, mais a estimativa do custo de mão-de-obra necessária empregada na sua produção, além de outros custos, fixos ou variáveis porventura considerados relevantes. Neste caso a participação do técnico agrícola ou agrônomo, é de grande importância na sua determinação. Com relação ao preço-venda, a tarefa fica facilitada de maneira geral, tomando-se como orientação o preço de mercado. Aqueles sub-produtos (produtos), os quais não se encontram comumente ofertados, o preço-venda poderá ser considerado igual ao preço-custo.

Uma sugestão de um formulário padronizado para coleta de dados, é apresentado no Anexo 2.

Após o levantamento dos dados, tem-se em mãos basicamente todos os elementos necessários à aplicação do modelo, a exceção, das variáveis das áreas dos projetos e dos valores dos elementos não nulos da matriz de distribuição D.

No item seguinte, é mostrado como tais elementos são incorporados ao programa computacional, tornando possível a execução do mesmo.

4.2.2 - Definição de Parâmetros e Variáveis

Após a coleta dos dados básicos, inicia-se a fase de definição dos parâmetros e variáveis do problema.

Os parâmetros, são definidos e entram diretamente no programa computacional, à medida que lhe são fornecidos os dados básicos, digitados a partir da coleta vista no item anterior.

Com relação as variáveis do problema, ou sejam, áreas dos projetos $H(I)$ e matriz de distribuição D, seus valores são definidos pelo usuário durante a execução do programa.

Desta forma, a grande preocupação do usuário, deverá ser com os valores a serem atribuídos as variáveis do problema, tendo em vista que o método utilizado é a simulação por meio da variação paramétrica, a qual exige do usuário uma certa sensibilidade com relação as variáveis, na busca de um resultado que satisfaça seus objetivos.

No entanto, objetivando minimizar o efeito de uma falta de sensibilidade ou a inexperiência em lidar com problemas

deste tipo, é que se propõe esta metodologia, a qual inclui um roteiro básico para a solução do problema, o qual pode funcionar como auxiliar ao usuário.

A par do problema de sensibilidade, existe a questão dos limites impostos às variáveis, limites estes, estabelecidos pelas restrições do próprio modelo, conforme visto no capítulo III. Como forma de minimizar as dificuldades, inclui-se no programa computacional, uma série de procedimentos lógicos, os quais indicam ao usuário, os limites de cada variável, de acordo com os dados já fornecidos. Desta maneira, bastará ao usuário não extrapolar tais limites, para que os resultados obtidos sejam consistentes.

Assim sendo, após a entrada dos dados básicos contidos no formulário, são definidos os seguintes parâmetros:

N - Número de projetos

M - Número total de insumos e produtos

HMAX - Área total disponível

INS(I,J) - Matriz de insumos, dimensão N x M

PRD(I,J) - Matriz de produtos, dimensão N x M

C(J) - Vetor preço-custo, dimensão M

V(J) - Vetor preço-venda, dimensão M

Quanto às variáveis $H(I)$ e a matriz D , as mesmas passam a ser definidas pelo usuário, na medida em que o programa é executado, pois o mesmo é interativo.

Primeiramente são definidas as variáveis $H(I)$, área dos projetos. Automaticamente o programa rejeitará uma combinação de áreas, cuja soma ultrapasse o limite estabelecido pelo parâmetro HM_{\max} .

Já a matriz D , cujos elementos são responsáveis pela

determinação do maior ou menor grau de interação entre os agroecossistemas, é também definida pelo usuário no decorrer da execução do programa.

Primeiramente são listadas em tela, e impressas ou não, todas as possibilidades de trocas de insumos/produtos entre os agroecossistemas, de acordo com os parâmetros fornecidos. A partir de então, uma a uma as possibilidades são listadas em tela, pedindo que o usuário determine seu valor, levando em conta no entanto seus limites de variação, os quais estão em conformidade com as restrições impostas pelo modelo.

A nível do programa existem três maneiras para a definição dos valores dos elementos da matriz D.

A primeira delas é aquela que atribui valor zero a todos os elementos da matriz, determinando com isto que os agroecossistemas sejam totalmente independentes entre si.

A segunda opção, ao contrário da primeira, atribui automaticamente o valor máximo permitido à variável, fazendo com isso; que os projetos tenham a máxima interação entre si.

A última opção é aquela já explanada anteriormente em que o usuário determina cada um dos valores dos elementos da matriz, correspondente a uma interação entre dois agroecossistemas.

A forma de atribuição de valores aos elementos não nulos da matriz D é definida pelo usuário, através de uma lista de opções apresentada em tela, em que ele mesmo decide sobre qual método utilizará para a definição dos valores.

4.2.3 - Roteiro Proposto

Com o objetivo de facilitar o uso do modelo / programa por parte do usuário, procura-se formular um procedimento lógico para orientar as simulações na busca de soluções sub-ótimas.

Tal procedimento, poderá ser desenvolvido computacionalmente, formando-se um sistema, no qual ele será considerado como o programa principal.

O objetivo de tal programa, será o de gerenciar os resultados obtidos em outro programa que contém o modelo matemático. Desta forma, a partir de uma solução inicial para as áreas do projeto, proposta pelo usuário, o programa inicial geraria diversas outras, tendo como guia as soluções obtidas pelo modelo matemático no programa secundário.

Para geração de uma nova solução, será executado a nível de programa principal, comparações entre os lucros obtidos na nova solução e a anterior, e a busca de melhores resultados, se fará, de acordo com um algoritmo proposto a partir do roteiro que se apresenta adiante.

O desenvolvimento deste programa não implica em grandes dificuldades de programação e só não foi implementado a nível computacional, pelo simples fato de não haver disponibilidade de memória no micro computador usado. Todavia, o roteiro, sobre o qual estaria baseado o algoritmo do programa principal, foi plenamente utilizado, até mesmo como forma de verificar-se seu funcionamento como poderá ser visto no item 4.4.3.

Quanto ao roteiro proposto, seu desdobramento acompa

nhou a idéia de, a partir de uma solução inicial, tida como razoável pelo produtor, chegar-se a outra, que apresente melhores resultados, ou seja, com melhores lucros.

Como não se permite a existência da monocultura, procura-se como ponto de partida atribuir uma unidade de área a todos os projetos que apresentem os menores lucros individuais, enquanto que àquele mais lucrativo, toda área restante, completando a quantidade total disponível.

Evidentemente não se exclui a possibilidade da existência de soluções melhores, que a inicial. Isto é possível pelo fato de que, havendo a intereção entre projetos, um deles menos lucrativo, produzindo insumos necessários a outro, ou outros, passe a tornar viável e mais lucrativo tais projetos.

Sabe-se que a solução ideal é uma entre as diversas combinações de áreas possíveis para os projetos almejados. No entanto, testá-las todas, demandaria algum tempo, o qual dependendo do número de projetos, número de variáveis e equipamento disponível, poderá ser bastante grande.

Tal fato dá origem a este roteiro, que procura orientar e fornecer ao usuário uma sequência lógica de passos, tornando um pouco mais facilitado seu trabalho, e visando uma boa solução, não necessariamente a ótima.

Poderá suceder também que nem sempre a solução encontrada seja a mais adequada ao produtor. Daí a possibilidade de se poder testar e comparar por conta da facilidade de uso do modelo, aquelas que lhe pareçam melhores, seja em termos de disponibilidades financeiras, aptidões, etc.

O roteiro segue os seguintes passos:

1º Passo:

Gerar uma solução, atribuindo uma unidade de área a cada um dos projetos, ao mesmo tempo em que às variáveis da matriz de distribuição D são atribuídos valores nulos,

Tal passo faz com que se obtenha uma solução, em cujos resultados podem ser observados o lucro obtido por unidade de área em cada um dos projetos separadamente.

Sendo assim sabe-se qual o projeto que individualmente apresenta o maior lucro por unidade de área, quando os mesmos não interagem entre si. A partir destes resultados é possível também compor-se uma lista ordenada dos projetos mais lucrativos.

Observa-se no entanto, que o objetivo do modelo é dar ao produtor uma solução que ocupe toda sua área disponível bem como destine a cada um dos projetos pelo menos uma parcela da área total, de tal forma que todos eles façam parte do arranjo final. Se o objetivo fosse a monocultura, bastaria identificar o projeto mais lucrativo e a ele atribuir a área total disponível. Segundo tal premissa pode-se definir um próximo passo como segue.

2º Passo:

Gerar nova solução, atribuindo uma área igual a $(H_{\max} - n) + 1$ ao projeto mais lucrativo (primeiro da lista ordenada) e áreas unitárias aos demais projetos da lista. Atribuir as variáveis da matriz de distribuição D, valor máximo.

Neste segundo passo, obtem-se uma primeira solução, a qual utiliza toda a área disponível. enquanto que os projetos interagem ao máximo entre si. Esta é chamada de solução

inicial, a qual servirá como referência as próximas soluções geradas. Assim sendo, o passo seguinte pode ser descrito como:

3º Passo:

Gerar nova solução, atribuindo ao segundo projeto da lista ordenada uma unidade adicional de área, retirada do projeto mais lucrativo. Aos demais projetos manter a mesma área. Às variáveis da matriz de distribuição continuar atribuindo valor máximo.

- Se o lucro total da solução encontrada for maior que o lucro da anterior, reiniciar o passo 3.

- Se o lucro total for igual ou menor que o precedente, atribuir aos projetos as áreas adotadas na geração de solução anterior e continuar no passo nº 4.

Neste 3º procedimento sugerido, o que se pretende ao transferir-se unidades de área do projeto mais lucrativo para o segundo mais lucrativo, é verificar se, caso este segundo, produzindo algum insumo necessário aos demais projetos, e principalmente ao mais lucrativo, o lucro total da propriedade aumenta ou não. Se tal acontecer, tem-se pela frente um caminho a ser explorado. Neste caso como se vê, a operação é repetida, até o momento em que tal procedimento não mais faça com que o lucro total cresça.

Neste ponto é que, a partir das áreas adotadas na última solução em que o lucro crescerá, troca-se o destino das unidades de área retiradas ao projeto mais lucrativo, passando-se a conduzi-las ao próximo projeto da lista, como se verifica no 4º passo.

4º Passo:

Gerar nova solução, atribuindo ao próximo projeto da lista (projeto em pauta) uma unidade adicional de área, retirada do projeto mais lucrativo, enquanto a área deste for maior que a unidade. Os demais projetos permanecem com a mesma área. As variáveis de distribuição são atribuídos valores máximos.

Enquanto a solução obtida for melhor que a precedente, repetir o passo mantendo o mesmo projeto em pauta, até que se esgote a possibilidade de o projeto mais lucrativo fornecer unidades de área (quando sua área for igual a unidade) aos demais.

Se uma determinada solução for igual ou pior que a anterior, repetir o 4º passo, mas trocando o projeto em pauta pelo próximo da lista ordenada.

Este passo, repete-se até o final da lista ordenada ser atingida, ou até que o primeiro projeto tenha sua área reduzida a unidade.

O que se descreve, do 1º ao 4º passo, são procedimentos rotineiros que podem ser adotados pelo usuário, de tal forma que, este tenha um roteiro lógico, no qual, com alterações sucessivas nas áreas dos projetos, busque soluções cada vez melhores.

Vê-se que o 3º e 4º passo descritos, são praticamente idênticos, apenas que o 3º é específico ao segundo projeto, procurando mostrar mais claramente a rotina adotada, enquanto que o 4º passo, generaliza-se o procedimento para todos os projetos da lista.

Observa-se que o procedimento proposto, possui duas

maneiras lógicas de encerrar-se. A primeira é quando se alcança o final da lista ordenada, ou seja quando o projeto colocado em pauta é o último da lista (o menos lucrativo) e ao aumentar-se sua área, em detrimento da área do mais lucrativo, não se verificam melhorias no lucro total da propriedade. A segunda ocorre quando o projeto mais lucrativo tiver sua área reduzida a unidade. Neste caso não existirá mais possibilidade deste fornecer unidades de área aos demais projetos.

Caso venha a ocorrer a finalização do procedimento por esgotamento de unidades de área do projeto mais lucrativo, continua-se a rotina, só que neste caso, o projeto "doador", passa a ser o segundo mais lucrativo da lista, obviamente se este ainda possuir área maior do que uma unidade.

Desta forma, sucessivamente pode-se alterar as áreas dos projetos, de tal forma que se tenha ao final uma solução sub-ótima mas satisfatória.

4.3 - Algumas Considerações sobre o Programa Computacional

Ao optar-se pela solução dos problemas através da simulação, utilizando-se como meio microcomputadores, levou-se em consideração que o programa a ser desenvolvido deveria ser simples o suficiente, de tal forma que ocupasse o mínimo de memória destes equipamentos, permitindo que exemplos mais complexos pudessem ser trabalhados visando o emprego do modelo.

O programa em questão, basicamente recebe dados, veri

fica se os mesmos são consistentes, não ferindo as restrições do modelo, permite eventuais correções, processa os elementos apresentados e emite os resultados em tela ou impressora.

Dentro desta lógica, é simples e objetivo e está dimensionado para até 4 projetos com no máximo 13 tipos de insumos/produtos.

Dentre as soluções simples encontradas para a programação do modelo, cabe destacar e explicitar com um pouco mais de detalhes o trabalho de determinação e definição dos elementos não nulos da matriz de distribuição D.

Estes são identificados por índices, i , j , k e l onde os dois primeiros indicam de qual projeto ou agroecossistema se origina o insumo/produto e para qual agroecossistema se destina e os dois subsequentes determinam respectivamente que produto k , produzido no projeto i , substituirá um insumo l , necessário ao projeto j .

Para a determinação dos elementos não nulos e seus respectivos valores, adotou-se um mecanismo de simples verificação e extremamente rápido a nível computacional.

Um elemento da matriz poderá ser não nulo, sempre que existir uma possibilidade de intercâmbio de um determinado insumo/produto entre dois agroecossistemas. Tal possibilidade poderá ser verificada, sempre que um agroecossistema gerar um produto de mesma natureza que um insumo utilizado no próprio agroecossistema ou em outro. Para verificar se um determinado produto l , do vetor produto, de um agroecossistema qualquer i , é necessário em outro agroecossistema, basta apenas

analisar nos vetores insumo, de todos os agroecossistemas, se aquele determinado elemento l é diferente de zero. Sempre que forem encontrados elementos de mesma natureza (mesma posição no vetor insumo/produto) não nulos em um vetor produto de um agroecossistema e no vetor insumo de outro, isto significará a possibilidade real de que o l -ésimo produto gerado em determinado agroecossistema supra, em parte ou totalmente a quantidade demandada do l -ésimo insumo no próprio ou em outro agroecossistema.

A nível de programa computacional, examinam-se todas as possibilidades de trocas e conforme o modo de escolha de atribuição de valores a estas variáveis não nulas, o programa analisa, de acordo com os dados básicos e com o valor das áreas, o limite superior destas variáveis.

O mecanismo adotado para a determinação destes limites, obedece as duas restrições básicas para estas variáveis, ou sejam:

- As quantidades de determinados produtos, destinadas ao consumo interno, não podem exceder aquelas demandas totais por estes produtos, geradas por todos os projetos;

- As quantidades utilizadas de um determinado produto, obtido por vias internas, não poderá exceder a produção total interna deste produto.

Além portando do estabelecimento destes limites, o programa encarrega-se também dos controles internos, no sentido de manter sempre atualizadas as quantidade de insumo/produto recebidas ou emitidas de cada um dos projetos. Assim, a medida que um determinado insumo é fornecido, sua quantidade é contabilizada tanto no projeto produtor quanto no recep

tor, evitando portanto o fornecimento maior do que a quantidade produzida bem como um recebimento maior do que o necessário.

O programa formulado, foi executado em dois micro-computadores nacionais, um DIGITUS-100 com 32 k-bytes de memória RAM, e BASIC nível II residente, sem unidades de disco flexível, e um COBRA-305, com 64 k-bytes de memória disponível, sendo no entanto, necessário o carregamento em sua memória de sistema operacional CP/M e da linguagem BASIC, por meio de uma unidade disco flexível. A partir de então sua memória disponível reduzia-se a 3k.

Para o exemplo apresentado adiante, utilizou-se aproximadamente 28 k-bytes de memória sem arquivos auxiliares, sendo que o exemplo trata da implantação de quatro agroecossistemas, com 13 elementos de insumo/produtos.

Para exemplos maiores será necessário mais memória. No entanto com um micro que possua unidades de disco flexíveis, é possível trabalhar-se com arquivos randômicos, o que elevaria consideravelmente as possibilidades em termos de número de agroecossistemas e elementos insumo/produtos.

Ao dar início a execução do programa, tendo sido o mesmo já alimentado com os dados básicos, os quais definem seus parâmetros, o usuário passará a dialogar com o micro, respondendo algumas indicações que lhe serão apresentadas em tela. Por exemplo, área dos agroecossistemas, restrições financeiras, desejos de interações ou não entre agroecossistemas, etc.

A todas as questões, o usuário responde e sua resposta aparece em tela, onde é solicitada sua confirmação, ha

vendo a possibilidade imediata de correção.

Após todas as definições dos conteúdos das variáveis, é iniciado o processamento.

Durante o processamento, a medida que são auferidos os lucros a cada um dos projetos, tais resultados vão sendo apresentados e ao final obtem-se o lucro total.

É ainda opção do usuário, caso possua uma impressora, ter todos estes resultados impressos.

São portanto estas algumas das principais características do programa desenvolvido. As soluções buscadas talvez não sejam as mais eficazes, mas o objetivo básico do trabalho, não é no momento a busca do melhor algoritmo computacional, objetivo este que poderá posteriormente ser desdobrado em seguimentos deste trabalho.

4.4 - O Exemplo

Para ilustrar a aplicação do modelo, optou-se por um exemplo, que embora aparentemente seja simples, engloba várias situações, de certa complexidade nas relações entre projetos. No decorrer de sua aplicação, deparou-se com uma série de situações e imprevistos, as quais só foram resolvidas em função da própria flexibilidade e rapidez de resolução do modelo/programa.

Na realidade além de resolver o problema proposto, uma série de variações paramétricas, fez com que se tivesse a exata noção da importância de certos parâmetros sobre todo o processo.

4.4.1 - A Propriedade Exemplo

O tipo de propriedade tomada para exemplo, caracteriza-se pela presença dos seguintes componentes: milho, mandioca (aipim), aves coloniais, suínos não-integrados, bovinos, quintal doméstico e mata (Figura 4).

É um dos tipos de propriedades predominantes, onde a cultura de milho de um modo geral, é a mais importante, sendo cultivadas algumas vezes consorciadas com soja e feijão e também em monocultivo como no caso.

Em função da localização deste tipo de propriedade, que normalmente estão situados em solos declivosos e com presença de pedras, o preparo do solo geralmente é feito com implementos de tração animal e, em alguns casos, onde a área possibilita, estas operações são feitas moto-mecanicamente.

Neste exemplo considera-se que são agroecossistemas econômicos, ou seja, aqueles que são destinados a renda e/ou ao sustento os agroecossistemas milho, aipim, bovino leiteiro e suínos.

A presença dos demais componentes tem como objetivo fundamental o fornecimento de alimentos para a família.

A mão-de-obra é geralmente familiar e a maior demanda ocorre no período de agosto a início de janeiro.

Sem obedecer a uma ordem de importância os agroecossistemas são definidos e descritos no Anexo 3.

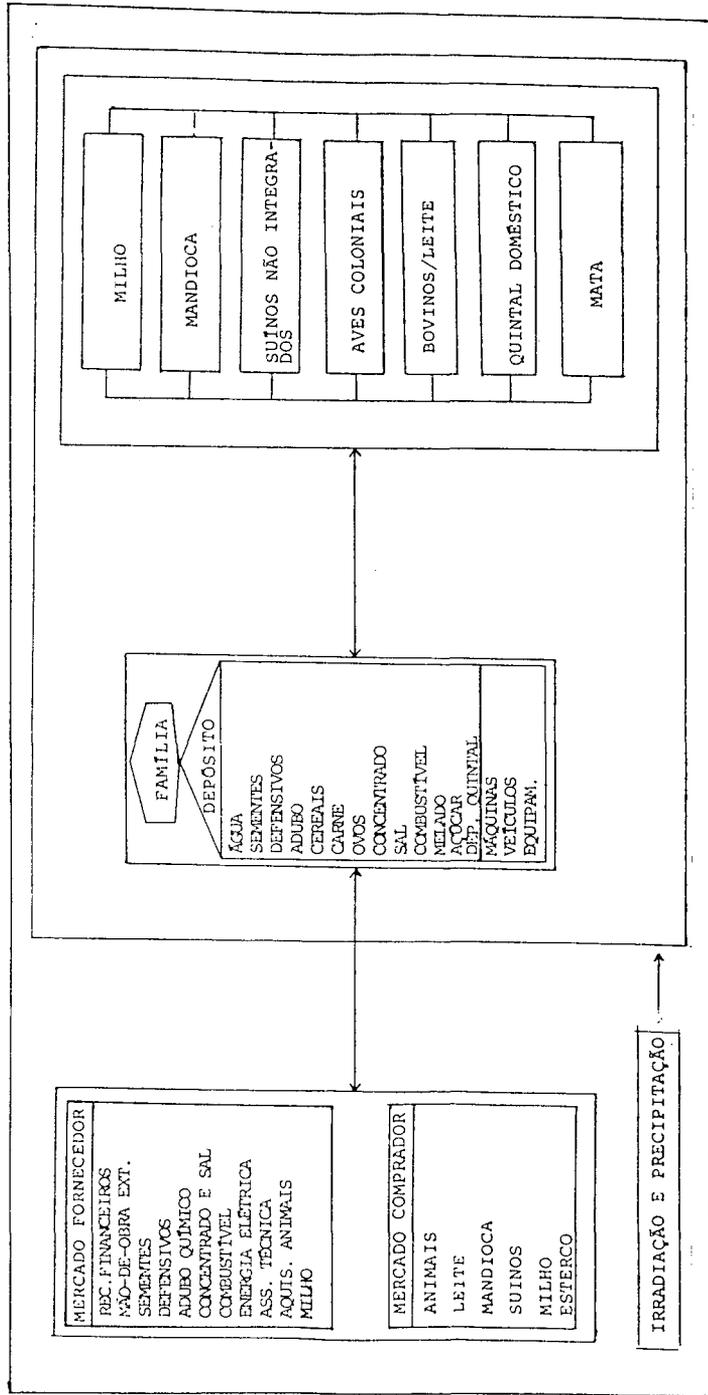


FIG. 4: DIAGRAMA QUALITATIVO E FUNCIONAL SIMPLIFICADO DA PROPRIEDADE (ADAPTADO DA FIG. 6 DA REFERÊNCIA 03, pg. 34)

4.4.2 - Algumas Considerações sobre o Exemplo Adotado

Com relação a aplicação do modelo de otimização sobre a propriedade exemplo, tratou-se apenas daqueles projetos agropecuários mais importantes em termos econômicos.

Para o levantamento dos insumos e produtos pertinentes a tais projetos, tomou-se como base de cálculo, os elementos intitulados "fatores de produção", levantados junto ao Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina - CEPA/SC (Ver Anexo 4).

Algumas adaptações foram necessárias, no sentido de simplificar o exemplo, para que não houvesse uma exagerada lista de insumos, a qual obrigatoriamente faria com que o exemplo não pudesse ser processado no microcomputador disponível.

No entanto, para o propósito de demonstrar a utilidade do modelo, tais simplificações não são significantes a ponto de, por exemplo, mascarar os resultados. O que se fez, foi agregar alguns parâmetros menos importantes, para que assim a lista de insumos não fosse extensa, fazendo com que se tivesse um maior controle sobre o modelo.

A seguir apresenta-se os agroecossistemas trabalhados no modelo e seus insumos e produtos.

- Os Insumos/Produtos

Tomando-se como base os dados do Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, CEPA/SC, vê-se que para este propósito algumas das variáveis levantadas por aquele Instituto poderiam ser agrupadas, de forma que ao

final desta análise a lista de insumo/produtos não excede-se 13 elementos, limite imposto inicialmente pela capacidade de memória do micro utilizado.

Para tanto, incluiu-se por exemplo, sob o nome de "adubo", aqueles insumos destinados a adubação de culturas, tomando-se um preço médio, não muito diferente dos preços originais.

Outra generalização necessária, ocorreu com o agrupamento dos serviços mecanizados ou manuais, tratamentos sanitários, outros custos variáveis, custos fixos etc., os quais implicariam em uma lista grande de elementos de custos. Somando-se as necessidades financeiras para cobrir tais custos em cada projeto, chega-se a um custo final por hectare.

Desta forma, criou-se um insumo, o qual não pode ser produzido internamente e por tanto não pode participar de trocas. A este insumo dá-se o nome de "outros custos variáveis e custos fixos", OCV/CF.

Basicamente foram estas as principais modificações efetuadas a nível de insumos dos projetos.

A lista a seguir, mostra os 13 insumos/produtos utilizados:

- Insumo/Produto 1 = Milho
- Insumo/Produto 2 = Calcário
- Insumo/Produto 3 = Adubo
- Insumo/Produto 4 = OCV/CF
- Insumo/Produto 5 = Mudás Aipim
- Insumo/Produto 6 = Aipim (Raíz)
- Insumo/Produto 7 = Capineira
- Insumo/Produto 8 = Farinha de Trigo

Insumo/Produto 9 = Ração Inicial

Insumo/Produto 10 = Concentrado

Insumo/Produto 11 = Leitões

Insumo/Produto 12 = Leite

Insumo/Produto 13 = Animais

Especificamente em relação a cada um dos agroecossistemas, tem-se a seguinte tabela de insumos e produtos.

| DESCRIÇÃO | UNIDADE | AGROECOSSISTEMAS | | | | | | | |
|---------------|---------|------------------|---------|--------|---------|---------------|---------|--------|---------|
| | | MILHO | | AIPIM | | GADO LEITEIRO | | SUÍNOS | |
| | | INSUMO | PRODUTO | INSUMO | PRODUTO | INSUMO | PRODUTO | INSUMO | PRODUTO |
| Milho | kg | 18 | 4800 | 0 | 0 | 792 | 0 | 52.800 | 0 |
| Calcário | kg | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Adubo | kg | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 130 | 0 | 1546 |
| OCV/CF | cr\$ | 523 | 0 | 967 | 0 | 608 | 0 | 16.960 | 0 |
| Mudas Aipim | kg | 0 | 0 | 500 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aipim-Raiz | kg | 0 | 0 | 0 | 10000 | 450 | 0 | 0 | 0 |
| Capineira | kg | 0 | 0 | 0 | 0 | 5150 | 0 | 0 | 0 |
| Farelo trigo | kg | 0 | 0 | 0 | 0 | 264 | 0 | 0 | 0 |
| Ração inicial | kg | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 3016 | 0 |
| Concentrado | kg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11150 | 0 |
| Leitões | Leitões | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 208 |
| Leite | Litros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6285 | 0 | 0 |
| Animais | Cabeças | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,2 | 0 | 0 |

Quadro 01: Quantidades de Insumos e Produtos, necessários e produzidos nos Agroecossistemas no período de planejamento determinado, em unidades por hectare.

- Os Preço-Custo e Preço-Venda

Com base nos dados fornecidos pela CEPA/SC e outras publicações adotou-se os seguintes valores para os vetores preço-custo e preço-vernda (valores de out./83).

| MERCADORIA | PREÇO-VENDA | PREÇO-CUSTO |
|------------------|-------------|-------------|
| | (EM CR\$) | (EM CR\$) |
| Milho | 400 | 173 |
| Calcário | 47 | 47 |
| Adubo | 770 | 350 |
| OCV/CF | 1000 | 1000 |
| Mudas Aipim | 250 | 20 |
| Aipim (Raíz) | 220 | 109 |
| Capineira | 8 | 8 |
| Farinha de Trigo | 180 | 180 |
| Ração Inicial | 430 | 430 |
| Concentrado | 550 | 550 |
| Leitões | 196000 | 136000 |
| Leite | 230 | 172 |
| Animais | 535000 | 440000 |

Quadro 02: Preço-Venda e Preço-Custo das Mercadorias.

Adotou-se o critério de igualar o preço de custo ao preço de mercado, quando a mercadoria correspondente não é produzida internamente.

- A Área Disponível

Para o exemplo, adotou-se 10 ha. como área máxima disponível para os agroecossistemas analisados, tendo em vista a propriedade analisada. Assim, a restrição da área deverá obedecer tal parâmetro, ou seja, a soma das áreas de todos os agroecossistemas em questão não poderá ser maior do que 10 hectares, assim como, individualmente, a área de cada projeto será de no máximo 10 ha.

4.4.3 - Resultados da Aplicação do Modelo

No início do processamento de qualquer combinação de áreas de agroecossistemas, o programa informa em tela que para os dados fornecidos, existem algumas possibilidades de trocas de insumos/produtos entre os projetos. Para o exemplo adotado, o programa apresentou o seguinte Quadro.

POSSIBILIDADES DE TROCAS DE INS/PROD ENTRE PROJETOS

| INSUMO | PROJ. ORIGEM | PROJ. DESTINO |
|--------------|-----------------|-----------------|
| MILHO | PROJ. 1 (MILHO) | PROJ. 1 (MILHO) |
| MILHO | PROJ. 1 (MILHO) | PROJ. 3 (LEITE) |
| MILHO | PROJ. 1 (MILHO) | PROJ. 4 (SUINO) |
| MUDAS AIPIM | PROJ. 2 (AIPIM) | PROJ. 2 (AIPIM) |
| AIPIM (RAIZ) | PROJ. 2 (AIPIM) | PROJ. 3 (LEITE) |
| ADUBO | PROJ. 3 (LEITE) | PROJ. 1 (MILHO) |
| ADUBO | PROJ. 4 (SUINO) | PROJ. 1 (MILHO) |
| LEITOES | PROJ. 4 (SUINO) | PROJ. 4 (SUINO) |

Quadro 03: Possibilidades de Trocas de Ins/Prod. entre Projetos.

Após isto o programa passa a questionar sobre as áreas dos agroecossistemas, verificando se estão de acordo com a restrição da área total. Só então o usuário passa a definir os valores dos elementos não nulos da matriz $D(i,j,k,l)$, os quais definirão em que nível as trocas acima possíveis serão feitas.

Inicia-se com uma combinação de áreas, em que se verifica qual será o lucro individual por hectare, de cada um dos agroecossistemas, conforme o 1º Passo do roteiro estabelecido em 4.2.3.

O Exemplo é apresentado como segue:

Exemplo nº 1:

```

PROJ. 1
PROJ. 2
PROJ. 3
PROJ. 4

D 1 1 1 1 ) ==> 0
D 1 3 1 1 ) ==> 0
D 1 4 1 1 ) ==> 0
D 2 2 5 1 ) ==> 0
D 2 3 6 2 ) ==> 0
D 3 1 3 3 ) ==> 0
D 4 1 3 3 ) ==> 0
D 5 4 11 11 ) ==> 0

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E ==> 1.08949E+06
O LUCRO DO PROJ 2 (APIA) E ==> 1.033E+06
O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E ==> 1.1283E+06
O LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E ==> 1.20184E+06
O LUCRO TOTAL E ==> 4.45263E+06

```

O que se observa acima é que foi atribuído área de 1,0 ha. para cada um dos projetos. Além disso, mostra-se que

todas as variáveis de distribuição são nulas, tornando os projetos independentes entre si. Nota-se que individualmente os projetos possuem lucros muito próximos, sendo que o de criação de suínos é o que alcança maior lucro, com aproximadamente 1,2 milhões de cruzeiros/ha. (Valores de out./83 não inflacionados).

Verifica-se agora o que acontece quando se permite a máxima interação entre os projetos. O Exemplo seguinte mostra os resultados:

Exemplo nº 02:

RELAÇÕES DOS PROJETOS

```

1 1
2 1
3 1
4 1

```

1 1 1 1 1 1 E = = > 1.00375

2 1 2 1 1 1 E = = > 1.165

3 1 3 1 1 1 E = = > 1.835619

4 1 4 2 5 5 1 E = = > 1

5 1 5 6 6 6 1 E = = > 1.045

6 1 6 3 2 1 E = = > 1

7 1 7 2 3 1 E = = > 1.119961

8 1 8 1 1 1 1 E = = > 1.024

9 LUCRO DO PROJ 1 (LEITE) E = = > 2.40306

10 LUCRO DO PROJ 2 (CÁBIA) E = = > 2.23050

11 LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 1.39763E+06

12 LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 2.94846E+06

13 LUCRO TOTAL E = = > 5.99945E+06

Inicialmente observa-se que o lucro total da propriedade aumentou de 4,45 para 5,99 milhões, indicando que a interação entre os projetos é um bom caminho a ser seguido.

Tal interação pode ser verificada nos valores atribuídos

buídos as variáveis $D(i,j,k,l)$. Por exemplo, $D(1,1,1,1)$ assumiu um valor igual a 0.00375 ou seja, 0,375% da produção do projeto 1 (milho), observa-se que $I = 1$, foi destinada para suprir as necessidades deste insumo no próprio projeto 1, pois J (Projeto destino) também é igual a 1. Observa-se ainda que o projeto de produção de milho, bem como o de aipim tiveram seus lucros individuais diminuídos. Isto se deve ao fato de os mesmos serem os maiores fornecedores internos de insumos, aos projetos leite e suíno.

Tal fato pode ser comprovado comparando-se os resultados dos projetos leite e suínos nos exemplos 1 e 2.

A título de ilustração, observa-se os resultados totais quando opta-se pelo projeto de maior lucro, sem interação alguma.

Exemplo nº 3:

AREAS DOS PROJETOS

H1==> 0
H2==> 0
H3==> 0
H4==> 10

D(1 1 1 1) == > 0

D(1 3 1 1) == > 0

D(1 4 1 1) == > 0

D(2 2 5 5) == > 0

D(2 3 6 6) == > 0

D(3 1 3 3) == > 0

D(4 1 3 3) == > 0

D(4 4 11 11) == > 0

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E == > 0

O LUCRO DO PROJ 2 (AIPIM) E == > 0

O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E == > 0

O LUCRO DO PROJ 4 (SUÍNO) E == > 1.20184E+07

O LUCRO TOTAL E == > 1.20184E+07

Como já era esperado o lucro total foi equivalente a 10 vezes o lucro individual do projeto suíno, obtido no exemplo 1.

Levando-se em conta no entanto o fato de querer-se adotar os critérios de diversificação da produção, comum nas pequenas propriedades, pode-se por exemplo, conceder-se áreas mínimas a todos os projetos e área máxima possível, àquele de maior lucro individual, quando os projetos interagem, no caso o projeto suínos, como se viu no exemplo 2.

Tal idéia é a mesma adotada no roteiro proposto e esta descrita como sendo o Passo nº 2. Seu resultado, apontará uma solução a qual denominamos de inicial ou referência.

Assim sendo, o exemplo a seguir mostra os resultados do modelo, quando se confere aos projetos 1,2 e 3, respectivamente milho, aipim e leite, a área mínima de 1,0 ha. e ao projeto 4, suíno, o mais rentável o restante da área, 7,0 hectares.

Com relação as variáveis de distribuição, optou-se por atribuir a elas o máximo valor, fazendo com que os projetos interagissem plenamente.

Observa-se que com relação aos lucros individuais, o projeto 1, milho teve seu valor diminuído. Tal fato deve-se fundamentalmente a que o projeto milho "negocia" 100% de sua produção a nível interno, ou seja, a preço de custo, daí o fato, por exemplo do projeto 3, leite, ter seu lucro aumentado de 1,1283 milhões de cruzeiros/ha. para 1.39763 milhões de cruzeiros/ha.

É evidente também que o lucro do projeto suíno foi

muito maior do que 7 vezes seu lucro individual. Estaceleci do no exemplo 1, o qual alcançaria a ordem de 8,4 milhões , neste caso, o projeto suíno, recebe insumos a partir do projeto milho D (1, 1, 1, 1) e do próprio suíno D (4,4,11,11), alcançando um lucro individual da ordem de 14,23 milhões de cruzeiros.

O que se verifica no entanto, é que a diferença do lucro entre a monoprodução (exemplo 3), e a produção diversificada (exemplo 4) interativa foi significativa e que o modelo proposto, possui condições de, agindo como uma ferramenta auxiliar no processo decisório, caracterizar bem tais diferenças.

Exemplo nº 4:

AREAS DOS PROJETOS

H1==> 1
 H2==> 1
 H3==> 1
 H4==> 7

D(1 1 1 1) E = = > .00375

D(1 3 1 1) E = = > .165

D(1 4 1 1) E = = > .835619

D(2 2 5 5) E = = > 1

D(2 3 6 6) E = = > .045

D(3 1 3 3) E = = > 1

D(4 1 3 3) E = = > .0157007

D(4 4 11 11) E = = > .024

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 630306

O LUCRO DO PROJ 2 (ALFIM) E = = > 993050

O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 1.39763E+06

O LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.4233E+07

O LUCRO TOTAL E = = > 1.72839E+07

Assim, por exemplo, se o desejar, o usuário, poderá verificar influências de preços de insumos e produtos em tais relações, bastando para tanto, modificar este ou aquele valor nos vetores de entradas do modelo.

Seguindo-se a estrutura do roteiro sugerido, a próxima combinação de áreas a ser verificada, seria aquela em que o projeto mais lucrativo, suínos, cede uma unidade de área, um ha., ao segundo projeto mais lucrativo, gado leiteiro. O exemplo é o de nº 5, visto abaixo.

Exemplo nº 5:

AREAS DOS PROJETOS

H1==> 1
 H2==> 1
 H3==> 2
 H4==> 6

D(1 1 1 1) E = = > .00375

D(1 3 1 1) E = = > .33

D(1 4 1 1) E = = > .671238

D(2 2 5 5) E = = > 1

D(2 3 6 6) E = = > .09

D(3 1 3 3) E = = > 1

D(4 1 3 3) E = = > .0043122

D(4 4 11 11) E = = > .024

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 659896

O LUCRO DO PROJ 2 (AIPIM) E = = > 943100

O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 2.79526E+06

O LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.21827E+07

O LUCRO TOTAL E = = > 1.6581E+07

Como se observa, o lucro total da propriedade diminuiu em relação a solução referência. Portanto, conforme o roteiro básico, abandona-se tal caminho, e passa-se a fornecer área ao terceiro projeto da lista, milho.

Tal procedimento, além de seguir a sugestão do roteiro básico, muito provavelmente seria a solução adotada na prática, uma vez que a nível de pequenas propriedades, o produtor pretende ter a garantia de produzir seus insumos básicos, do que arriscar sempre na produção de mercadorias mais lucra

tivas. Observe-se o que acontece nos exemplos seguintes:

Exemplo nº 6:

AREAS DOS PROJETOS

H1==> 2
H2==> 1
H3==> 1
H4==> 6

D(1 1 1 1) E = = > .00375

D(1 3 1 1) E = = > .0925

D(1 4 1 1) E = = > .917889

D(2 2 5 5) E = = > 1

D(2 3 6 6) E = = > .045

D(3 1 3 3) E = = > 1

D(4 1 3 3) E = = > .0506684

D(4 4 11 11) E = = > .024

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 1.32102E+06

O LUCRO DO PROJ 2 (AIPIM) E = = > 993050

O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 1.39763E+06

O LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.35894E+07

O LUCRO TOTAL E = = > 1.73011E+07

Aumentando-se portanto a área de milho em detrimento da área de suínos, verifica-se que o lucro total aumenta, mesmo que individualmente o projeto suíno tenha seu lucro diminuído.

Seguem-se exemplos em que verifica-se esta tendência aumentando, até uma determinada combinação em que ocorre uma inversão.

Exemplo nº 7:

AREAS DOS PROJETOS

H1==> 3
 H2==> 1
 H3==> 1
 H4==> 5

D(1 1 1 1) E = = > .00375

D(1 3 1 1) E = = > .055

Q(1 4 1 1) E = = > .945206

D(2 2 5 5) E = = > 1

D(2 3 6 6) E = = > .045

D(3 1 3 3) E = = > 1

D(4 1 3 3) E = = > .0996119

D(4 4 11 11) E = = > .024

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 1.98174E+06

O LUCRO DO PROJ 2 (AIPIM) E = = > 993050

O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 1.39763E+06

O LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.29459E+07

O LUCRO TOTAL E = = > 1.73183E+07

Exemplo nº 8:

AREAS DOS PROJETOS

H1==> 4
 H2==> 1
 H3==> 1
 H4==> 4

D(1 1 1 1) E = = > .00375

D(1 3 1 1) E = = > .04125

D(1 4 1 1) E = = > .958905

D(2 2 5 5) E = = > 1

D(2 3 6 6) E = = > .045

D(3 1 3 3) E = = > 1

D(4 1 3 3) E = = > .173027

D(4 4 11 11) E = = > .024

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 2.64245E+06

O LUCRO DO PROJ 2 (AIPIM) E = = > 993050

O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 1.39763E+06

O LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.23023E+07

O LUCRO TOTAL E = = > 1.73354E+07

Exemplo nº 9:

ÁREAS DOS PROJETOS

H1=> 5
 H2=> 1
 H3=> 1
 H4=> 3

D(11 1 1 1) E = = > .00375

D(1 3 1 1) E = = > .033

D(1 4 1 1) E = = > .967124

D(2 2 5 5) E = = > 1

D(2 3 6 6) E = = > .045

D(3 1 3 3) E = = > 1

D(4 1 3 3) E = = > .295386

D(4 4 11 11) E = = > .024

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 3.30317E+06

O LUCRO DO PROJ 2 (AIPIM) E = = > 993050

O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 1.39763E+06

O LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.16588E+07

O LUCRO TOTAL E = = > 1.73526E+07

Exemplo nº 10:

ÁREAS DOS PROJETOS

H1=> 6
 H2=> 1
 H3=> 1
 H4=> 2

D(1 1 1 1) E = = > .00375

D(1 3 1 1) E = = > .0275

D(1 4 1 1) E = = > .972603

D(2 2 5 5) E = = > 1

D(2 3 6 6) E = = > .045

D(3 1 3 3) E = = > 1

D(4 1 3 3) E = = > .540104

D(4 4 11 11) E = = > .024

O LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 3.96389E+06

O LUCRO DO PROJ 2 (AIPIM) E = = > 993050

O LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 1.39763E+06

O LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.10152E+07

Exemplo nº 11:

ÁREAS DOS PROJETOS

H1==> 7
 H2==> 1
 H3==> 1
 H4==> 1

0(1 1 1 1) E = = > .00375

0(1 3 1 1) E = = > .0235714

0(1 4 1 1) E = = > .976517

0(2 2 5 5) E = = > 1

0(2 3 6 6) E = = > .045

0(3 1 3 3) E = = > 1

0(4 1 3 3) E = = > 1

0(4 4 11 11) E = = > .026

0 LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 4.29912E+06

0 LUCRO DO PROJ 2 (APIIM) E = = > 993050

0 LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 1.39763E+06

0 LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.05497E+07

0 LUCRO TOTAL E = = > 1.72386E+07

Analisando-se os resultados alcançados nos exemplos 10 e 11, verifica-se que o lucro total decresceu, passando de 17,36 para 17,23 milhões de cruzeiros, indicando que ao permitir a alteração da área do projeto milho, de 6 para 7 ha., em detrimento da área de suínos, de 2 para 1 ha., fôra ultrapassado um ponto de ótimo, relativo às duas variáveis em questão, áreas de produção de milho e suínos.

Como consequência e com base no roteiro proposto, testou-se a hipótese seguinte, que passa a destinar unidades de

área do 1º projeto da lista, ao próximo projeto de menor lucratividade, no caso o projeto cultura de aipim. O resultado não foi compensador. Várias outras combinações foram ainda testadas e alguns dos resultados, juntamente com os já apresentados, encontram-se no quadro geral de resultados, visto a seguir.

Quadro 04 - Quadro Geral de Resultados dos Exemplos
Executados

| COMBINAÇÃO DE ÁREA | VARIÁVEIS DE DISTRIBUIÇÃO D (I,J,K,L) | | | | | | | | LUCRO TOTAL |
|-----------------------|---------------------------------------|--------|---------|-----|--------|--------|--------|------|----------------|
| | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | |
| | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4 | |
| | 1 | 1 | 1 | 5 | 6 | 3 | 3 | 11 | |
| 1117 | .00375 | .165 | .83569 | 1.0 | .045 | 1.0 | .01571 | .024 | 1.72839 x 107 |
| 1126 | .00375 | .33 | .67123 | 1.0 | .09 | 1.0 | .0043 | .024 | 1.6581 x 107 |
| 1171 | .00375 | .99 | .00063 | 1.0 | .315 | .3297 | .00 | .024 | 1.30658 x 107 |
| 1261 | .00375 | .98 | .00137 | 1.0 | .135 | .38462 | 0.0 | .024 | 1.29314 x 107 |
| 1711 | .00 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | .315 | .3297 | 0.0 | .024 | 1.30605 x 102 |
| 1261 | .00 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | .135 | .38462 | 0.0 | .024 | 1.30605 x 107 |
| 1171 | .00375 | .165 | .83569 | 1.0 | .00643 | 1.0 | .1099 | .024 | 1.22575 x 107 |
| 2116 | .00375 | .0825 | .9178 | 1.0 | .045 | 1.0 | .0506 | .024 | 1.73011 x 107 |
| 2125 | .00375 | .165 | .83569 | 1.0 | .09 | 1.0 | .04398 | .024 | 1.65982 x 107 |
| 2161 | .00375 | .495 | .5068 | 1.0 | .27 | .7692 | 0.0 | .024 | 1.37863 x 107 |
| 2611 | .00375 | .0825 | .917809 | 1.0 | .0075 | 1.0 | .304 | .024 | 1.31124 x 107 |
| 3115 | .00375 | .055 | .9452 | 1.0 | .045 | 1.0 | .0996 | .024 | 1.73183 x 107 |
| 3151 | .00375 | .275 | .7260 | 1.0 | .225 | 1.0 | .1617 | .024 | 1.45064 x 107 |
| 3511 | .00375 | .055 | .9452 | 1.0 | .009 | 1.0 | .498 | .024 | 1.3967 x 107 |
| 4114 | .00375 | .04125 | .9589 | 1.0 | .045 | 1.0 | .1730 | .024 | 1.73354 x 107 |
| 4141 | .00375 | .165 | .83561 | 1.0 | .18 | 1.0 | .4398 | .024 | 1.52266 x 107 |
| 4411 | .00375 | .04125 | .9589 | 1.0 | .01125 | 1.0 | .6921 | .024 | 1.48222 x 107 |
| 5113 | .00375 | .033 | .96712 | 1.0 | .045 | 1.0 | .2953 | .024 | 1.73526 x 107 |
| 5131 | .00375 | .099 | .9013 | 1.0 | .135 | 1.0 | .7179 | .024 | 1.59467 x 107 |
| 5311 | .00375 | .033 | .96712 | 1.0 | .015 | 1.0 | .88616 | .024 | 1.5677 x 107 |
| 6112 | .00375 | .0275 | .9726 | 1.0 | .045 | 1.0 | .5401 | .024 | 1.73698 x 107 |
| 7111 | .00375 | .02357 | .9765 | 1.0 | .045 | 1.0 | 1.0 | .024 | 1.72385 x 107 |
| 1117 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | .045 | 1.0 | .01571 | .024 | 1.72809 x 107 |
| 6112* | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | .045 | 1.0 | .5401 | .024 | 1.73536 x 107 |
| 7111* | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | .045 | 1.0 | 1.0 | .024 | 1.72197 x 107 |

De acordo com os resultados apresentados, a melhor combinação de áreas entre os quatro projetos foi definida no exemplo nº 10. Neste fica claro que a opção de produzir internamente o insumo de maior consumo, no caso o milho, foi a solução apontada pelo modelo como a melhor. Na prática em geral esta tendência também é observada. A diferença reside no fato de que a simulação permite a quantificação precisa dos parâmetros.

Além disso, convém salientar o fato que, entre o melhor resultado alcançado, 17,36 milhões e a solução inicial, 17,28 milhões, a ordem de grandeza do lucro total, não alcançou um valor substancialmente maior. No entanto, observando-se qualitativamente as soluções, ve-se que a melhor delas em termos quantitativos, estaria mais próxima da própria realidade do produtor rural. Pode-se sugerir que tal fato seja resultante da possibilidade que tem o modelo de analisar quantitativamente as interações entre os projetos em suas relações insumo/produto.

Um outro detalhe que convém comentar com relação aos resultados observáveis no quadro geral, é que existem diversas combinações que apresentam resultados com praticamente a mesma ordem de grandeza, o que pode levar a outros critérios para a escolha da combinação a ser adotada.

Dentre os critérios mais utilizados, crê-se que primeiramente uma análise de benefício/custo possa conduzir a uma solução pelo menos razoável.

Desta forma, reportando novamente o quadro de resultados, pode-se verificar que em termos de benefício, ou seja ,

os lucros totais auferidos a cada uma das combinações, as diferenças são praticamente desprezíveis, determinando ao usuário o estabelecimento de outro critério para a melhor escolha, neste caso, o custo. Por outro lado, uma análise de custo de tais projetos implicaria basicamente em uma análise das despesas financeiras à implementação e custeio dos projetos em questão. Tais elementos podem posteriormente serem convertidos em uma unidade de $\text{cr\$/ha.}$, a qual seria utilizada como forma de comparar os custos dos projetos combinados em suas diversas formas.

Estes elementos podem inclusive estar programados de tal forma que cada resultado apresentado, viria acompanhado da informação do custo de implantação e manutenção por período daquela determinada combinação.

Neste caso, os recursos disponíveis pelo produtor, poderão determinar a adoção de uma solução que não daquela apontada como a de maior lucro total, mas sim uma que esteja próxima daquela, dentro das possibilidades financeiras do produtor.

A título de ilustração estimou-se alguns valores para a implantação de cada um dos projetos propostos, e testou-se as diversas combinações cujos lucros apresentavam-se muito próximos (mesmo benefício).

Levou-se em conta que os projetos que mais necessitam recursos para investimento seriam, pela ordem suínos, gado leiteiro, milho e mandioca; o que levou também, a grosso modo, a de menor custo.

Esta, sem dúvida, seria uma entre outras formas do usuário decidir-se por esta ou aquela combinação, muito embo

ra tais elementos sirvam apenas como auxiliares na decisão final, na qual provavelmente deverá pesar muito as próprias aptidões do produtor rural.

Como forma de demonstrar outras possibilidades para o uso do modelo, bem como, verificar a importância de certos parâmetros e/ou variáveis do modelo, no que se refere aos resultados e a solução apontada, apresenta-se mais um exemplo, no qual após a obtenção de um determinado resultado, altera-se o preço de um insumo, e aplica-se novamente o modelo.

Assim, o exemplo nº 12 mostra o que aconteceria se o produtor optasse por uma criação de suínos, a qual ocupasse a totalidade da área disponível, considerando no entanto, diferentemente do exemplo nº 3 a possibilidade de suprimento pelo próprio projeto da reposição de matrizes. O exemplo é visto abaixo.

Exemplo nº 12:

AREAS DOS PROJETOS

H1== 0
H2== 0
H3== 0
H4== 10

D(1 1 1 1) E = = > 0
D(1 3 1 1) E = = > 0
D(1 4 1 1) E = = > 0
D(2 2 5 5) E = = > 0
D(2 3 6 6) E = = > 0
D(3 1 3 3) E = = > 0
D(4 1 3 3) E = = > 0
D(4 4 11 11) E = = > .624

0 LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 0
0 LUCRO DO PROJ 2 (APIM) E = = > 0
0 LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 0
0 LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.88075E+07

Como se vê, o lucro total supera àquele alcançado na combinação (6 1 1 2). Observa-se também no exemplo, que a única variável de distribuição não nula, é justamente aquela que relaciona os insumos e produtos do projeto 4, o único presente.

No entanto, vê-se que um simples aumento no preço de mercado do milho, principal insumo da criação de suínos causa uma alteração bastante grande no lucro, dada a grande dependência da criação em relação a este insumo.

Vê-se no exemplo abaixo, a queda do lucro total, quando se aumenta o preço do Kg do milho de Cr\$ 400,00 (ver vetor preço-venda), para Cr\$ 405,00, uma diferença de aproximadamente 2%.

Exemplo nº 13:

AREAS DOS PROJETOS

H1==> 0
H2==> 0
H3==> 0
H4==> 10

D(1 1 1 1) E = = > 0
D(1 3 1 1) E = = > 0
D(1 4 1 1) E = = > 0
D(2 2 5 5) E = = > 0
D(2 3 6 6) E = = > 0
D(3 1 3 3) E = = > 0
D(4 1 3 3) E = = > 0
D(4 4 11 11) E = = > .024

0 LUCRO DO PROJ 1 (MILHO) E = = > 0,
0 LUCRO DO PROJ 2 (APIIM) E = = > 0
0 LUCRO DO PROJ 3 (LEITE) E = = > 0
0 LUCRO DO PROJ 4 (SUINO) E = = > 1.61675E+07
0 LUCRO TOTAL E = = > 1.61675E+07

Tal exemplo ilustra que a interação entre os projetos é ainda a melhor forma de combater-se os riscos da monocultura tais como pragas, preços e doenças, bem como evitar-se a extrema dependência das criações para com seus próprios insumos, pois como se verificou, um aumento de menos de 2% no preço do principal insumo ocasiona uma queda de aproximadamente 15% do lucro total.

A mesma alteração no preço do milho quando se trata da combinação escolhida no exemplo 10, faria com que as perdas fossem da ordem de 5%, sendo compensadas pela produção interna do insumo.

Assim como no exemplo acima, verifica-se que o modelo acusa imediatamente nos resultados qualquer tipo de variação a nível das variáveis de distribuição (ver quadro geral de exemplos) bem como nos seus parâmetros.

4.5 - Análises Complementares

O método de solução apresentado é um instrumento de apoio que se bem utilizado, pode trazer benefícios, principalmente quando se trata de analisar as influências causadas em determinados projetos, por fatores tais como, preços, custos de produção, combinações entre projetos, etc.

Convém salientar que o método utilizado não apresenta por si só grandes dificuldades. Acontece porém que a matéria por ele tratada, a economia rural, é extremamente complexa e dependente de um número razoável de variáveis.

Como foi apresentado no capítulo II na definição do

problema, deixa-se de lado e/ou considera-se como de importância relativa, uma série destas variáveis, que se levadas em conta tornariam o problema por demais complexo, não permitindo uma análise como a aqui abordada.

Por outro lado, vê-se que quanto as variáveis e parâmetros abordados no método, o modelo permite tratá-las de tal forma, que análises de suas influências possam ser determinadas com extrema rapidez.

Evidentemente que o uso do modelo exige a necessidade da participação de elementos orientadores, no que diz respeito as metas traçadas, a nível de resultados econômicos, e não diretamente relacionados a pura e simples utilização do mesmo.

Crê-se portanto, que tal instrumento de planejamento agrícola, associado a outros já existentes, tais como o método dos orçamentos, o método de comparação de grupo, a programação linear aplicada a planejamento agrícola e a análise financeira de investimentos agrícolas, possa contribuir para a solução de problemas mais complexos que os aqui abordados.

Cabe finalmente citar, que este foi um primeiro passo na abordagem de problemas desse tipo existindo ainda muito a ser pesquisado no campo em questão.

CAPÍTULO V

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 - Conclusões

Na sua grande maioria, os agroecossistemas ou projetos agropecuários apresentam resultados de médio a longo prazo, com riscos relevantes, desde seus problemas específicos (clima, pragas, doenças, etc.), até aqueles mais abrangentes como políticas agrícolas (créditos e incentivos) e o próprio mercado (preço mínimo).

O aperfeiçoamento de instrumentos de análise, os quais possam auxiliar em tomadas de decisão sobre problemas com horizontes de médio a longo prazo, deve ser uma constante. O que este trabalho se propõe é dar continuidade a pesquisas na área da Engenharia de Produção, que objetivam proporcionar aos técnicos em Planejamento Agrícolas tais instrumentos.

Quanto ao modelo propriamente, embora o mesmo seja não-linear, o que implicaria na utilização da Programação não-linear para a busca de soluções ótimas, ele é extremamente versátil no sentido de possibilitar uma ampla abordagem do problema, quando se recorre a análise de sensibilidade.

É conveniente lembrar que na busca de solucionar os problemas por meio do modelo proposto, fez-se algumas tentativas no uso de algoritmos de PNL². Todas elas no entanto foram frustradas e conduzidas em meio a dificuldades em se lidar com estes tipos de métodos.

A reflexão com relação aos reais objetivos do trabalho, oferecer um instrumento acessível ao técnico e/ou produtor rural, provocou a revisão dos meios e métodos de resolução do problema.

Desta maneira, preferiu-se deixar de lado a busca do ótimo global como solução por meio da PNL², optando-se em propor junto ao modelo, uma metodologia mais simples, valendo-se da simulação, a qual alcança resultados sub-ótimos.

Acredita-se no entanto, a par dessas dificuldades com a PNL² e a opção pela simulação, que a maior contribuição do trabalho reside no fato de ser possível, com a troca, utilizar-se micro-computadores pessoais ou profissionais como meio para obtenção dos resultados.

O alcance dessa medida supera amplamente a falta do resultado ótimo, tendo em vista a grande possibilidade agora de uso do método/modelo por pessoas leigas em programação matemática, mas muito provavelmente conhecedoras da problemática

2. PNL - Programação Não Linear

ca rural, o que certamente contribuirá sobremaneira para o aperfeiçoamento do modelo.

O objetivo do modelo, concluir sobre a melhor combinação de áreas de projetos com vistas a uma maximização de lucro, certamente em futuro próximo poderá ser ampliado, no sentido por exemplo de uma otimização do uso da mão-de-obra disponível ou na busca da melhor combinação de projetos dentre vários possíveis de serem implementados na propriedade e de qualquer forma, já permite que se verifique, por exemplo, a evidência de ser a interação entre projetos, uma forma de viabilizar economicamente produções diversificadas em pequenas propriedades rurais. Pesquisas paralelas na área agrícola, como as que vem sendo executadas pela EMPASC e pela Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado de Santa Catarina, ACARESC, no sentido de detectar novas formas de aproveitamento do potencial agrícola em pequenas propriedades, podem, sob certas condições, ser avaliadas através do modelo.

Por meio da variação paramétrica, executada nas simulações do modelo pode-se testar várias combinações entre os elementos mais relevantes dos processos de produção de modo a obter-se informações úteis relativamente ao dimensionamento dos agroecossistemas.

Espera-se um salto qualitativo, nas aplicações do modelo, no momento em que elementos ligados a pesquisa rural dele possam fazer uso, visto que a análise de sensibilidade é facilmente exequível.

5.2 - Recomendações

No sentido de melhorar a qualidade e o alcance do modelo, recomenda-se a investigação de modificações na formulação do mesmo, numa tentativa de torná-lo linear. Tal fato permitirá a análise de um número grande de agroecossistemas interagindo, facilidades de análise de sensibilidade e ainda manter-se a utilização de micro-computadores como meio de processamento.

Numa possibilidade mais ampla, pode-se prever pesquisas buscando determinar a seleção de n agroecossistemas, entre m variáveis ($n \leq m$) para a propriedade, cuja combinação interativa seja aquela que conduza a uma maximização do lucro do produtor, se este for seu objetivo.

Outro fato a ser pesquisado é o estudo entre a alocação de mão-de-obra e os tipos de projetos implementados. O fato é que nas pequenas propriedades, a mão-de-obra utilizada é quase sempre, a familiar. No entanto, em relação aos agroecossistemas implantados, na maioria das vezes, existe um acúmulo de trabalho no período de agosto a janeiro e ociosidade no período restante. Este tipo de problema pode também ser associado ao anterior e resolvido pelo modelo, desde que o mesmo seja mais flexível e permita um maior número de variáveis interagindo.

BIBLIOGRAFIA

01. ROCKENBACH, O.C. Análisis dinâmico de los sistemas de finca predominantes en el Conton de Turrialba. Costa Rica, Catie, 1981. 175 p. Tese de Mestrado.
02. EMPASC. Plano integrado de pesquisa em sistemas diversificados de produção para pequenas propriedades. Florianópolis, 1983, 34p.
03. _____. Diagnóstico preliminar de sistemas agrícolas vigentes na região oeste de Santa Catarina, 1984, 94p.
04. ALVES, E.R. de A. O enfoque de sistemas na EMBRAPA. Brasília, DF, EMBRAPA, 1975. 13p.
05. FAEZ, G. Delineamento experimental de sistemas de produção. Brasília, DF, EMBRAPA, 1974. 51p.
06. _____. Considerações gerais sobre o enfoque de sistemas e suas aplicações na pesquisa agropecuária. Brasília, DF, 1973, EMBRAPA, 39p.

07. _____. Configuração típica de alguns sistemas de produção agrícola. Brasília, DF, EMBRAPA, 1976. 22p.
08. SCIENTIA ENGENHARIA DE SISTEMAS. Assessoria na elaboração de um plano de desenvolvimento de equipamentos de conversão energética para as aplicações rurais. FIPEC/Banco do Brasil, 1978. 172p.
09. EMPASC. Sistemas de produção para milho (2a. revisão). Florianópolis, SC, 1983. 56p.
10. _____. Sistemas de produção para mandioca (revisão). Florianópolis, SC, 1979. 42p.
11. _____. Sistemas de produção para gado leiteiro. Florianópolis, SC, 1978. 71p.
12. SEYMOR, J. La vida en el campo. Barcelona Blume, 1979. 256p.
13. HEADY, E.O. Economic models and quantitative methods for decisions and planning in agriculture. IOWA, USA, 1971. 518p.
14. HIMMELBLAU, D.M. Applied nonlinear programming. McGraw-Hill, USA, 1972. 498p.
15. HADLEY, G. Algebra linear. Ed. Forense Universitária Ltda. Rio de Janeiro, 1979. 611p.
16. DGT.100.DIG BASIC. Manual de utilização de microcomputador DIGITUS-100.
17. PEGELS, C.C. Basic, a computer programming language. Halden, Day.Inc. San Francisco, C.A., 1973. 198 p.

18. KRESCH, K. Microcomputadores, Introdução a linguagem ba
sic. Ed. Rio. 1982. 22p.
19. COMPUTADORES BRASILEIROS S.A. Manual do usuário -SPM/Co
bra 305-1983.
20. _____. Manual do Usuário-Basic/Cobra 305-1985.
21. PEDROSO JUNIOR, M. Comparação de oito algoritmos para
problemas de programação não-linear com restrições .
Universidade de Brasília. Dep. de Estatística. Julho,
1979. Dissertação de Mestrado.

ANEXOS

ANEXO 1
PROGRAMA COMPUTACIONAL

VARIAVEIS DO PROGRAMA

| NOME DA VARIÁVEL | DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO |
|------------------|---|
| LIM\$ | LIMPA A TELA |
| N | NUMERO DE PROJETOS |
| M | NUMERO DE INSUMOS/PROJETOS |
| PROJ\$(I) | NOME DO PROJETO i |
| INPRO\$(J) | NOME DO INSUMO/PROJETO j |
| INS (I,J) | QUANT. NECESSARIA DO INSUMO j NO PROJETO i |
| PRD (I,J) | QUANT. PRODUZIDA DO PRODUTO j NO PROJETO i |
| V (J) | PREÇO DE VENDA (MERCADO) DO INSUMO/PRODUTO j |
| C (J) | PREÇO DE CUSTO DO INSUMO/PRODUTO j |
| H (I) | ÁREA ATRIBUÍDA DO PROJETO i |
| H max | ÁREA TOTAL DISPONÍVEL |
| SOMHA | SOMA DAS ÁREAS ATRIBUÍDAS AO PROJETOS i's |
| RT\$ | RESTRIÇÃO FINANCEIRA |
| INV | TOTAL DE RECURSOS NECESSARIOS PARA INVESTIMENTO |
| DISPO | TOTAL DE RECURSOS DISPONÍVEIS PARA INVESTIMENTO |
| INV (I) | RECURSOS NEC. PARA INVESTIR EM 1,0 ha DO PROJETO i |
| QN (K,J) | QUANTIDADE NECESSARIA DO INSUMO j NO PROJETO k |
| QP (I,J) | QUANTIDADE PRODUZIDA DO PRODUTO j NO PROJETO i |
| QD (I,J) | QUANT. DISPONÍVEL DO INSUMO/PRODUTO j NO PROJETO i |
| QC (K,J) | QUANT. CONSUMIDA DO INSUMO/PRODUTO j PELO PROJETO i |
| QF (I,J) | QUANT. FORNECIDA DO INSUMO/PRODUTO j PLO PROJETO i |
| D (I,J,KL) | MATRIZ DE DISTRIBUIÇÃO DE INSUMOS INTERNOS |


```

280 INPUT "DESEJA IMPRIMIR OS DADOS DO PROGRAMA (S/N)";DESS
281 IF DESS <> "S" THEN GOTO 1000
282 REM ***** IMPRESSAO DOS DADOS DO PROGRAMA *****
290 PRINT "D A D O S : D O P R O B L E M A"
300 FOR I=1 TO N
310 PRINT "PROJETO";I;" = ";PROJ$(I)
320 NEXT I
330 INPUT "RETURN";RET$:PRINT LIM$
340 FOR J=1 TO M
350 PRINT "INSUMO/PRODUTO";J;" = ";INPRO$(J)
360 NEXT J
370 INPUT "RETURN";RET$:PRINT LIM$
380 FOR I=1 TO N
390 PRINT "PROJETO";I;"(";PROJ$(I);")";PRINT
400 FOR J=1 TO M
410 PRINT "INSUMO";I;"(";INPRO$(J);")";TAB(30);INS(I,J)
420 NEXT J
430 INPUT "RETURN";RET$:PRINT LIM$
440 NEXT I
450 FOR I=1 TO N
460 PRINT "PROJETO";I;"(";PROJ$(I);")";PRINT
470 FOR J=1 TO M
480 PRINT "PRODUTO";J;"(";INPRO$(J);")";TAB(30);PRD(I,J)
490 NEXT J
500 INPUT "RETURN";RET$:PRINT LIM$
510 NEXT I
520 PRINT TAB(10);"VETOR PRECO - CUSTO":PRINT:PRINT
530 FOR J=1 TO M
540 PRINT TAB(10);INPRO$(J);" = ";TAB(35);C(J)
550 NEXT J
560 INPUT "RETURN";RET$:PRINT LIM$
570 PRINT TAB(10);"VETOR PRECO - VENDA":PRINT:PRINT
580 FOR J=1 TO M
590 PRINT TAB(10);INPRO$(J);" = ";TAB(35);V(J)
600 NEXT J
610 INPUT "RETURN";RET$:PRINT LIM$

```

```

1000 REM ***** GERACAO DAS AREAS POSSIVIEIS *****
1010 PRINT L1M$:PRINT"ENTRE COM OS VALORES DAS AREAS: H1,H2,H3,H4 (E0) 30":PRINT
1020 INPUT"H1":H(1):INPUT"H2":H(2):INPUT"H3":H(3):INPUT"H4":H(4)
1030 PRINT:PRINT"AREAS DOS PROJETOS":PRINT"H1=>":H(1):PRINT"H2=>":H(2)
1040 PRINT:H3=>":H(3):PRINT:H4=>":H(4)
1050 PRINT:PRINT"EXISTE RESTRICAO FINANCEIRA?":PRINT
1060 INPUT"SIM OU NAO (S/N)":RFS:PRINT
1070 IF RFS < "S" THEN GOTO 1220
1080 INPUT "RECURSOS DISPONIVEIS (EM CRUZEIROS)":DISPO
1090 INVST.H(1)*INV(1)+H(2)*INV(2)+H(3)*INV(3)+H(4)*INV(4)
1100 IF INVEST > DISPO THEN PRINT:PRINT"RECURSOS INSUFICIENTES,SAO NECESSARIOS MAIS CR$":INVEST-DISPO
1110 PARA OS PROJETOS,NUM TOTAL DE CR$:INVEST:ELSE GOTO 1210
1120 PRINT:PRINT"DESEJA ALTERAR O VALOR A INVESTIR (S/N)":DESS
1130 IF DESS = "S" THEN GOTO 1100 :ELSE GOTO 1010
1140 PRINT:PRINT"OK",RECURSOS SUFICIENTES"
1150 REM***** DETERMINACAO DOS ELEMENTOS DA MATRIZ DE DISTRIBUICAO *****
1200 FOR I=1 TO N
1210 FOR J=1 TO M
1220 IF INS(I,J) < 0 THEN PI(I,J) = 1 : ELSE PI(I,J) = 0
1230 IF PRD(I,J) < 0 THEN PP(I,J) = 1 : ELSE PP(I,J) = 0
1240 NEXT J
1250 NEXT I
1260 PRINT L1M$:PRINT TAB(10);"POSSIBILIDADES DE TROCAS DE ING/PROD ENTRE PROJETOS":PRINT:PRINT
1270 PRINT TAB(15);"INSURD":TAB(30);"PROJ. ORDEM":TAB(50);"PROJ. DESTINO":PRINT:PRINT
1280 FOR I=1 TO N
1290 FOR K=1 TO N
1300 FOR J=1 TO M
1310 IF PP(I,J) & P(K,J) = 2 THEN D(I,K,J,J) = I
1320 IF D(I,K,J,J) < J THEN GOTO 1370
1330 PRINT TAB(15);INPRO$(J):TAB(30);"PROJ.":I;"":TAB(50);"PROJ.":K;"":TAB(50);"PROJ.":K;"":PRINT
1340 NEXT J
1350 NEXT K
1360 NEXT I

```

```

1100 INPUT "RETURN";RET#:PRINT LIMS
1410 REM*** ESCOLHA DA FORMA DE ATRIBUICAO DOS ELEMENTOS DE D(I,K,J,L) *****
1420 PRINT:PRINT:PRINT
1430 PRINT TAB(32)"C E H U"
1440 PRINT:PRINT:PRINT
1450 PRINT TAB(10);" 01. PROJETOS INDEPENDENTES (SEM INTERACOES)"
1460 PRINT TAB(10);" 02. PROJETOS INTERATIVOS ( D(I,J,K,L) COM VALORES MAXIMOS)"
1470 PRINT TAB(10);" 03. PROJETOS INTERATIVOS ( D(I,J,K,L) COM VALORES ESCOLHIDOS)"
1480 PRINT:PRINT:PRINT
1490 INPUT" ENTRE COM A OPCAO DESEJADA ==>"IND
1500 ON ND GOTO 2000,2500,3000
2000 PRINT LIMS
2010 FOR I=1 TO N
2020 FOR K=1 TO N
2030 FOR J=1 TO M
2040 IF D(I,K,J,J) <> 1 THEN GOTO 2070
2050 D(I,K,J,J) = 0
2060 PRINT"D(";I;K;J;J;") = 0"
2070 NEXT J
2080 NEXT K
2090 NEXT I
2100 GOTO 4000
2500 PRINT LIMS
2510 FOR I=1 TO N
2520 FOR K=1 TO N
2530 FOR J=1 TO M
2535 IF D(I,K,J,J) <> 1 THEN GOTO 2620
2540 RN(K,J) = H(I) * INS(K,J) + QC(K,J)
2550 QP(I,J) = H(I) * PRD(I,J)
2560 QD(I,J) = QP(I,J) + QF(I,J)
2570 IF RN(K,J) >=QD(I,J) THEN D(I,K,J,J) = QD(I,J) / QF(I,J) :GOTO 2590
2580 D(I,K,J,J) = RN(K,J) / QP(I,J)
2590 QC(K,J) = D(I,K,J,J) * QD(I,J) + QC(K,J)
2600 QF(I,J) = D(I,K,J,J) * QD(I,J)
2610 PRINT"D(";I;K;J;J;") = 0"

```

```

3200 NEXT J
3210 NEXT K
3220 NEXT I
3230 GOTO 4000
3240 PRINT LIA$
3250 FOR I=1 TO N
3260 FOR K=1 TO N
3270 FOR J=1 TO M
3280 IF D(I,K,J) <> 1 THEN GOTO 3290
3290 QN(K,J) = H(K) * INS(K,J) - QC(K,J)
3300 QP(I,J) = H(I) * PRD(I,J)
3310 Q5(I,J) = QP(I,J) - QN(I,J)
3320 IF QN(K,J) >= QD(I,J) THEN D(I,K,J) = QD(I,J) : GOTO 3090
3330 D(I,K,J) = QN(K,J) / QP(I,J)
3340 PRINT LIA$:PRINT"A VARIÁVEL D("YI;K;J;J")", TRANSFERE "YINPRD*(J)?" DO PROJETO"YI":("YPROJ*(I)?"
PARA O PROJETO"YK":("YPROJ*(K)?"":PRINT
3350 PERC = 100! * D(I,K,J,J)
3360 PRINT"O VALOR MÁXIMO A SER TRANSFERIDO É DE "YPERC;% DO PRODUZIDO":PRINT
3370 PRINT"DESEJA O VALOR MÁXIMO PARA A VARIÁVEL ? (S/N)":PRINT:INPUY ESC$:PRINT
3380 IF ESC$ = "S" THEN GOTO 3150
3390 PRINT:PRINT"ENTRE COM UM VALOR PARA A VARIÁVEL, ENTRE 0 (ZERO) E YD(I,K,J,J):INPUY D(I,K,J,J):PRINT
3400 PRINT"D("YI;K;J;J") E = >YD(I,K,J,J)
3410 PRINT:PRINT:INPUY"DESEJA ALTERAR O VALOR (S/N)":DES$
3420 IF DES$ = "S" THEN GOTO 3110
3430 QC(K,J) = D(I,K,J,J) * QD(I,J) + QC(K,J)
3440 QF(I,J) = D(I,K,J,J) * QD(I,J)
3450 NEXT J
3460 NEXT K
3470 NEXT I

```

```

4000 REM ***** P A R O C E S S A M E N T O *****
4010 FOR I=1 TO N
4020 FOR J=1 TO N
4030 FOR K=1 TO M
4040 A(J,K)=0
4050 FOR L=1 TO M
4060 A(J,K)=D(I,J,K,L) * PRD(I,L) + A(J,K)
4070 NEXT L :NEXT K :NEXT J
4080 FOR J=1 TO N
4090 FOR L=1 TO M
4100 AS(I,L)=A(J,L) + AS(I,L)
4110 NEXT L :NEXT J
4120 FOR L=1 TO M
4130 Z(I,L)=PRD(I,L) - AS(I,L)
4140 NEXT L
4150 FOR L=1 TO M
4160 T(I,L)= H(I) * E(I,L)
4170 NEXT L
4180 Q(I)=0:U(I)=0
4190 FOR L=1 TO M
4200 G(I)=T(I,L) * V(L) + Q(I)
4210 U(I)=AS(I,L) * C(L) + U(I)
4220 NEXT L
4230 GU(I)= Q(I) + U(I)
4240 FOR J=1 TO N
4250 FOR L=1 TO M
4260 B(J,L)= PRD(J,L) * H(J)

```

```

4270 NEXT L :NEXT J
4280 FOR J=1 TO N
4290 FOR K=1 TO N
4300 O(J,K)=0
4310 FOR L=1 TO M
4320 O(J,K)=D(J,I,K,L) * B(J,L) + O(J,K)
4330 NEXT L :NEXT K :NEXT J
4340 FOR J=1 TO N
4350 FOR L=1 TO M
4360 OS(I,L)=O(J,L) + OS(I,L)
4370 NEXT L :NEXT J
4380 FOR L=1 TO M
4390 F(I,L)=H(I) *INS(I,L)
4400 NEXT L
4410 FOR L=1 TO M
4420 G(I,L)=F(I,L) - OS(I,L)
4430 NEXT L
4440 R(I)=0
4450 FOR L=1 TO M
4460 R(I)=G(I,L) * V(L) + R(I)
4470 NEXT L
4480 LUCRO(I) = GU(I) - R(I)
4490 PRINT"O LUCRO DO PROJ";I;"(";"PROJ$(I)";) E = >"LUCRO(I);PRINT
4500 NEXT I
4510 LTOTAL = 0.
4520 FOR I=1 TO N
4530 LTOTAL=LTOTAL + LUCRO(I)
4540 NEXT I
4550 PRINT"O LUCRO TOTAL E = >"LTOTAL
5610 END

```

ANEXO 2
FORMULÁRIO PADRÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

MODELO DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS - DADOS BÁSICOS

I- Nº de Projetos Propostos à Propriedade: A) () Projetos (N) e Área total disponível aos mesmos (B) ha

II- Lista de Insumos/Produtos. Liste na ordem desejada, todos os insumos e produtos dos N Projetos Não repita elementos de mesma natureza. Ao lado acrescente os valores de preço-venda e preço-custo.

A) Nome do Insumo ou Produto B) Preço-Venda C) Preço-Custo

(1)

Cr\$00

(2)

(3)

.

(m)

D) Total de Insumos/Produtos (M) (Escreva o nº total de elementos da Lista (Nº do último elemento da lista))

III- Para cada um dos Projetos (Agroecossistemas), quantifique a necessidade de determinado insumo e a produção de determinado produto ou sub-produto anteriormente descrito. A ordem será a estabelecida no item II.

Projeto (Agroecossistema) Nº 1

(A)

(B)

Nº do Insumo/Produto Quantidade Necessária ao Projeto/ha

Produção do Projeto/ha

(1)

(2)

.

(m)

Agroecossistema nº 2

| <u>Nº do Insumo/Produto</u> | <u>Quantidade Necessária/ho</u> | <u>Quantidade Produzida/ho</u> |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| (1) | - | - |
| (2) | - | - |
| (3) | - | - |
| (m) | - | - |

1
4
6

Agroecossistema nº N

| <u>Nº do Insumo/Produto</u> | <u>Quantidade Necessária/ho</u> | <u>Quantidade Produzida/ho</u> |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| (1) | - | - |
| (2) | - | - |
| (3) | - | - |
| (m) | - | - |

ANEXO 3

DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DOS AGRÔECOSSISTEMAS

ADOTADOS NO EXEMPLO

O milho é a cultura mais importante e a mais cultivada na região oeste, uma vez que esta zona geográfica é grande produtora de suínos e aves e o milho constitui-se no alimento básico para estas criações.

O preparo do solo é realizado com uma aração e uma gradagem e se concentra em agosto. Normalmente, nas áreas menos acidentadas, o preparo do solo é feito com tração mecânica e nas partes mais acidentadas e mais pedregosas é feito com tração animal.

Alguns agricultores fazem a calagem, a adubação de base e a adubação nitrogenada de cobertura utilizando adubo mineral; muitos usam o esterco de aves como única fonte de adubação. Os agricultores que possuem esterqueira na pocilga utilizam o esterco líquido de suínos para adubar a lavoura.

A sementeira é realizada, em sua maior parte, no mês de setembro, através de semeadeira-adubadeira, tracionada por trator ou animais, ou de semeadeira manual (saraquã).

O desbaste do milho é feito, em alguns casos, aos 30 dias após a sementeira. O número de capinas depende da infestação de plantas daninhas. Entretanto, normalmente são realizadas duas capinas, sendo a primeira aos 40 a 50 dias após a sementeira e a segunda 40 dias após a primeira capina. São utilizados capinadeiras ou aradinho tração animal para efetuar a capina, com complemento com enxada.

Uma prática comumente realizada é a dobra das plantas de milho, quando as palhas que recobrem as espigas ficam amarelas e secas. Segundo os agricultores, essa prática cultural é feita devido à estrutura de armazenamento da propriedade não comportar toda a produção de milho e, principalmente, em razão da baixa disponibilidade de mão-de-obra na época de colheita.

A mão-de-obra utilizada, na maior parte do tempo, é a familiar, e em épocas mais atarefadas é contratada. A época de maior necessidade de mão-de-obra

ocorre de março a maio.

A maior parte dos agricultores financia o custeio de uma grande parte de sua lavoura.

A colheita é efetuada manualmente. Após a colheita o milho é carregado para o paiol e sua trilha ocorre por ocasião da necessidade do produtor. Geralmente não é feito controle de pragas do milho armazenado, o qual é guardado em espigas. Uma parte do milho produzido é vendida para as cooperativas e outros comerciantes que se encarregam de seu transporte, sendo o resto destinado à alimentação humana, das aves, dos suínos e dos bovinos.

Para as finalidades deste trabalho foram considerados como quintal doméstico a horta e o pomar. Esse agroecossistema é encontrado em quase todas as propriedades e se localiza quase sempre geralmente ao redor da sede, tendo como função principal a alimentação da família e dos animais. O cronograma das atividades do agroecossistema quintal doméstico encontra-se na FIGURA 27.

A horta doméstica possui uma área média de 300 m² por propriedade e é constituída basicamente pelos seguintes componentes: cebola, alho, alface, repolho, couve-flor, nabo, chuchu, tomate, beterraba, batata-doce, cenoura, pepino, salsa, rabanete, radici, etc.

Os responsáveis pelo manejo da horta são as pessoas do sexo feminino e o período de maior demanda de mão-de-obra se concentra nos meses de maio a julho. Geralmente é utilizado esterco de bovinos ou de aves como adubação da horta. O controle das plantas daninhas é manual. Não é efetuado nenhum controle de pragas e doenças, salvo em alguns casos, onde são utilizados defensivos caseiros de ação inseticida, tais como água de fumo em corda, solução feita com resto de sabão, etc. São feitas irrigações frequentes na horta.

A produção de hortaliças se concentra nos meses de agosto a novembro. Somente o radici e a alface são produzidos durante todo o ano. A época de escassez da maioria das hortaliças ocorre de dezembro a março. Alguns produtores, por incentivo da extensão rural, estão industrializando vários componentes da horta.

Os principais componentes do pomar são laranja, limão, bergamota, abacate, uva, ameixa do japonês, pêsego, mamão, pera, maçã e caqui. Todas as frutas do pomar são usadas na alimentação da família e dos animais da propriedade. Entretanto, alguns produtores comercializam algumas frutas, principalmente as cítricas.

A cultura que absorve grande parte da mão-de-obra dispendida ao pomar é a uva, nos períodos de julho a agosto, quando é feita a poda, e em dezembro/janeiro, quando é feita a colheita.

Alguns produtores controlam formigas na área do pomar, bem como efetuam limpezas periódicas, eliminando arbustos que competem com as plantas frutíferas. Não utilizam adubo e nem outros pesticidas.

A colheita das diversas frutíferas ocorre no período de janeiro a julho, significando que o período de escassez de frutas se dá entre agosto e dezembro. Alguns produtores industrializam algumas frutas do pomar.

tidos ou, ainda, trocados por animais mais jovens.

Durante o dia os animais adultos são mantidos em potreiro gramado e os bezerros em piquetes. À noite os animais geralmente são estabulados e as vacas de leite recebem alguma quantidade de pasto provindo das capineiras, mandioca e milho triturado ou em espigas (restolho). Os animais são estabulados também nos dias muito chuvosos e frios. Em período de falta de pasto, recebem milho triturado ou em espiga, mandioca picada e palha de milho, cana-de-açúcar e outros alimentos, colocados nas cocheiras e umedecidos com salmoura.

A maioria dos agricultores pratica a desmama imediatamente após o nascimento e os bezerros recebem leite em mamadeira ou balde, até por volta dos 30 a 40 dias, quando passam então a alimentar-se de milho triturado suplementado com sais minerais e algum pasto. Alguns produtores não praticam a desmama na hora do nascimento e sim após seis meses, deixando uma mama intacta para o bezerro por ocasião da ordenha. Os bezerros, até essa idade, são mantidos estabulados. Não há, pelo menos nas propriedades visitadas, preocupação em dividir os animais em categorias. Apenas os bezerros são mantidos em piquetes nos primeiros seis meses de vida. A castração dos machos é feita ao redor do sexto mês de idade.

A descorna é feita apenas por alguns agricultores, por meio de cauterização a fogo.

Preventivamente e de quatro em quatro meses os produtores vacinam os rebanhos contra a febre aftosa. Em alguns casos os animais são desverminados e tratados contra carrapatos e bernes. Uma doença muito comum nos bovinos da região é o amarelão, que é combatido com produtos veterinários ou remédios caseiros como chá de folha de guabiroba com creolina. Quando o animal adoece o produtor procura tratá-lo ou solicita a presença de um veterinário.

Praticamente todas as propriedades rurais possuem potreiro, mangueira e estábulo. Os estábulos são rústicos e feitos de madeira. O tamanho é variável de acordo com o rebanho, mas normalmente é de 12 m² a 30 m². Alguns estábulos possuem assoalho, outros são de chão batido. O normal é não haver esterqueiras, porém alguns estábulos as possuem. Diariamente se procede a limpeza dos estábulos, com o esterco sendo utilizado como adubo orgânico nos agroecossistemas vegetais e grande parte se perdendo. A desinfecção dos estábulos não é uma prática comum.

A mão-de-obra destinada à alimentação das vacas de leite e bezerros, ordenha e processamento do leite é exclusivamente da esposa, e, em alguns casos, dos filhos mais jovens. Cabe ao marido e filhos mais velhos o manejo de outros animais. O comando de trabalho da junta de bois é feito pelo marido, filhos mais velhos e eventualmente por mão-de-obra contratada. Em algumas propriedades a junta de bois trabalha até oito meses por ano e nas pequenas, trabalha apenas

Agroecossistema mandioca + milho e mandioca

A mandioca é cultivada na maior parte das propriedades da região oeste e é, em geral, consorciada com milho ou arroz. A área cultivada com mandioca por propriedade é de aproximadamente 0,5 ha e se destina à alimentação da família e dos animais domésticos. Os agricultores costumam escolher áreas próximas à sede da propriedade e solos com estrutura mais friável para o plantio da mandioca.

● Mandioca + milho - o preparo do solo é feito com tração animal em julho/agosto. O milho é semeado em início de setembro e a mandioca é plantada após a emergência do milho, entre as fileiras deste. Após um ano de cultivo da mandioca é semeado o milho entre as suas fileiras. O espaçamento do milho é de aproximadamente 1,20 m a 1,50 m entre fileiras com 6 plantas/m e o da mandioca é igual ao do milho entre fileiras e de 0,50 m a 0,80 m entre plantas. O cronograma das atividades do agroecossistema mandioca + milho encontra-se na FIGURA 30.

A variedade de mandioca mais usada é conhecida pelos agricultores com o nome de Blumenau. Os produtores selecionam as ramas mais viçosas do mandiocal de dois anos para o próximo plantio. Essas ramas são armazenadas na própria lavoura, onde são agrupadas e cobertas com restos culturais do milho. Muitos produtores fazem um esquema de rotação com culturas de subsistência (feijão, arroz de sequeiro e horta) na área onde plantam mandioca. Essa rotação de cultura visa também minimizar a erosão, o esgotamento de nutrientes do solo e a incidência de pragas e doenças.

A maior parte dos agricultores não faz controle de pragas e doenças e nem usa adubo. Alguns, que possuem esterqueira junto à pocilga, aplicam o esterco líquido de suínos 10 a 20 dias antes do preparo do solo. O controle das plantas daninhas é manual. A mandioca começa a ser colhida a partir do primeiro ano de cultivo e depois de dois anos toda a lavoura já foi colhida.

Este agroecossistema é encontrado em praticamente todas as propriedades da região, podendo ser natural ou de reflorestamento. A mata natural tende a desaparecer gradativamente em virtude da necessidade de novas áreas para cultivo. Contrabalanceando este fato, está sendo desenvolvido, na região, o cultivo de essências florestais. Entretanto, a devastação da vegetação natural é, atualmente, maior que a implantação de novas florestas.

Nos seus diferentes estratos a floresta nativa é composta por árvores como cabriúva, cedro, guajuvira, grábia, guatambum louro, laranjeira-do-mato, canela, angico, erva-mate, pinheiro do Paraná, etc.

Nas áreas reflorestadas predominam as essências florestais como eucalipto, erva-mate, pinus, uva-do-japão, bracatinga e, eventualmente, quiri.

Sempre que necessitam, os agricultores retiram madeira da mata e utilizam para construções, fabricação de cabos de ferramentas e lenha. Convém ressaltar que alguns agricultores observam as fases lunares para a derrubada da madeira. Segundo eles, quando a madeira é derrubada durante a fase minguante sua conservação é mais prolongada.

Agroecossistema bovinos

O agroecossistema bovinos, no contexto geral, assume especial importância, pois todas as propriedades retiram desse componente grande parte do sustento familiar, o principal meio de tração animal e eventuais entradas em dinheiro na propriedade.

Toda a alimentação é produzida na propriedade, com alguma suplementação de sal mineral e sal comum. Os alimentos são pasto fresco, pasto seco armazenado em forma de fardos em galpões e em forma de medas, milho triturado ou em espigas, mandioca picada e ramas de mandioca, palha de milho, cana-de-açúcar, ervilhaca e outros. A mão-de-obra destinada à produção de alimentos, à alimentação, ao manejo e a outros trabalhos requeridos com os animais é familiar. Eventualmente, algumas propriedades contratam mão-de-obra para outros agroecossistemas, e somente a utilizam no agroecossistema bovinos quando se torna excedente.

Neste agroecossistema são produzidos leite para o consumo familiar, para os terneiros e para o processamento de queijo, nata e manteiga. Ocorrem eventuais vendas de leite, queijo e manteiga. Os bovinos são utilizados para o preparo do solo, determinados tratamentos culturais, transporte de produtos dentro da propriedade e outros tipos de tração. A carne produzida é destinada ao consumo familiar, troca com outras famílias e eventuais vendas. Existe preocupação por parte dos produtores em manter estável o rebanho, pois quando animais velhos não se prestam mais para a reprodução ou para o trabalho, estes são vendidos ou abate

dois meses.

6

Convém salientar que em propriedades muito pequenas as vacas são adestradas para o trabalho de tração.

Agroecossistema suínos não integrados

Este agroecossistema constitui-se, nas pequenas propriedades, em importante fonte produtora de carne e gordura (banha). Na maioria dos casos é uma exploração pouco tecnificada, que requer a aplicação de poucos insumos e pouca mão-de-obra. Desta forma, é um componente presente em quase todas as propriedades da região. É bom salientar que existem explorações altamente tecnificadas.

O principal componente da alimentação de suínos é o milho, todo ele produzido na propriedade. Este é triturado e misturado com concentrado e fornecido aos animais duas vezes ao dia. São fornecidos também pasto (capim elefante, cana-de-açúcar triturada, alfafa e invasoras), mandioca picada, soro de leite e restos de alimentação humana. A mão-de-obra dispendida na alimentação dos suínos é variável com o número de animais.

É descrito a seguir o manejo dado à exploração suinícola de maneira geral, procurando aproximar o máximo possível do que ocorre nos dois principais sistemas, ou seja, o sistema confinado e o sistema semi-confinado.

No sistema de confinamento, o cachaço possui uma baia exclusivamente para ele, onde permanece durante toda a sua vida útil. As matrizes, após a desmama, são colocadas junto ao cachaço para serem cobertas, sendo após retiradas e ajustadas em outra baia, onde permanecem até próximo à parição, quando são separadas em baias diferentes, permanecendo uma matriz por baia. Em alguns casos essas baias possuem grade de proteção contra o esmagamento dos leitões. Com 30 a 45 dias os leitões são reunidos em uma baia única formando lotes onde recebem, por parte de alguns produtores, ração granulada específica ou ração preparada em casa com milho, soja tostada triturada e concentrado. A terminação é feita em baias maiores, onde são fornecidos todos os tipos de alimentos (ração, pasto, mandioca, lavagem, etc.).

No sistema semi-confinado os reprodutores são mantidos soltos no pasto, geralmente juntos com os bovinos. Por ocasião da parição as criadeiras são recolhidas, separadas em baias e, após a desmama dos leitões, são soltas novamente. Há muitos casos em que mesmo antes da desmama as matrizes e os leitões são soltos no pasto e, na época da separação, os leitões são recolhidos e terminados, recebendo os mais variados tipos de alimento. A alimentação dos animais soltos é feita com milho em espigas, mandioca, abóbora e, em alguns casos, ração em cocheiras.

A castração dos leitões é feita, em geral, aos 30 dias de idade e a desmama entre 45 e 60 dias.

Por ocasião da desmama os leitões são vacinados contra a peste suína e os reprodutores o são de seis em seis meses. São utilizados medicamentos a base de ferro contra a diarreia dos leitões. Há produtores que costumam colocar solo para os leitões comerem, pois segundo eles, o solo dispensa o uso de medicamentos a base de ferro. A grande maioria dos produtores costuma desverminar os animais.

As instalações são, em sua maioria, construções rústicas de madeira; poucas são de alvenaria. O tamanho varia desde 15 m² até 120 m²; localizam-se na maioria das vezes, próximas a um riacho. As instalações mais antigas não possuem canaletas para o escoamento do esterco. As construções mais recentes já apresentam canaletas e esterqueiras mais apropriadas para o recolhimento e aproveitamento do esterco.

Com relação a limpeza e desinfecção das instalações, há uma certa preocupação entre os produtores em mantê-las limpas. Alguns executam esta prática diariamente, outros duas vezes por semana e ainda outros, semanalmente. Preocupam-se também em manter cal virgem em uma caixinha próximo à porta de entrada da pocilga ou cal espalhado no corredor. Entretanto, há produtores que não praticam nenhum tipo de desinfecção.

Agroecossistema avicultura colonial

Todas as propriedades, até mesmo aquelas cujos proprietários são integrados, possuem aves coloniais. É justificável que isso ocorra, pois este agroecossistema requer baixa tecnologia e pouca mão-de-obra, constitui-se em importante fonte de alimento familiar e, em algumas propriedades, contribui para o aumento da renda familiar.

A produção de aves e ovos obtida na propriedade é praticamente toda ela consumida pela família, havendo, entretanto, eventuais vendas de excedente ou troca de reprodutores (galos e galinhas) e, em alguns casos, troca de ovos. O esterco é utilizado para fertilização da horta doméstica.

Verificam-se dentro deste agroecossistema dois tipos de manejo da criação. No primeiro caso o produtor semi-confina as aves por um determinado período, fornecendo alimentação especial. No segundo caso as aves são criadas soltas sem nenhum manejo determinado.

Poucos produtores costumam vacinar ou desverminar as aves. Quando os animais adoecem, os produtores tomam providência através de conhecimentos adquiridos anteriormente. Na maioria das propriedades existe a preocupação de manter um número constante de aves a fim de proporcionar carne e ovos necessários à alimentação da família.

Na maioria das propriedades existe um pequeno galinheiro onde as aves se recolhem durante a noite; são construções rústicas, compostas de madeira e tela, cobertas com telha. O esterco depositado nos galinheiros é retirado cerca de duas vezes ao ano e utilizado na horta. Os galinheiros apresentam tamanho médio entre 8 m² e 16 m². Parece não haver, por parte dos produtores, uma preocupação na limpeza, desinfecção e controle de moscas nas instalações. Em caso de aparecimento de piolhos, principalmente nas gaiolas de chocadeiras, o controle é feito com folhas e talos de fumo.

ANEXO 4

FATORES DE PRODUÇÃO DOS AGROECOSSISTEMAS ADOTADOS

MÊS: OUT/84

CULTURA: AIPIM

RENDIMENTO PREVISTO: 10000 kg/ha ÁREA MÉDIA CULTIVADA: 0.5 ha

Sistema utilizado pelos agricultores que cultivam a mandioca com vista a comercialização 'in natura', para consumo humano.

Este sistema é comumente utilizado pelos produtores das regiões litorâneas do estado, Colonial de Blumenau e Alto Vale do Itajaí. Não são empregados insumos modernos, apenas se faz seleção de manivas.

1 - CUSTOS VARIÁVEIS (CV)

| 1.1. INSUMOS | Especif. | Unid. | Quant. | Val. Unit. | Valor |
|-------------------|----------|----------------|--------|------------|-----------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| MUDAS | | m ³ | 5.00 | 25000.00 | 125000.00 |
| EMBALAGEM | | cx | 500.00 | 1000.00 | 500000.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 625000.00 |

1.2. SERVIÇOS

1.2.1. SERVIÇOS MECÂNICOS

| | | | | | |
|-------------------|--|------|------|----------|-----------|
| ARACÃO | | h/Tr | 4.00 | 22600.00 | 90400.00 |
| GRADAGEM | | h/Tr | 4.00 | 22600.00 | 90400.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 180800.00 |

1.2.2. SERVIÇOS MANUAIS

| | | | | | |
|-------------------|--|-----|-------|---------|-----------|
| PREPARO DA MUDA | | d/h | 2.00 | 7600.00 | 15200.00 |
| PLANTIO | | d/h | 4.00 | 7600.00 | 30400.00 |
| CAPINAS | | d/h | 45.00 | 7600.00 | 342000.00 |
| COLHEITA, LAVAGEM | | | | | |
| E CLASSIFICAÇÃO | | d/h | 40.00 | 7600.00 | 304000.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 691600.00 |

1.3. OUTROS CUSTOS VARIÁVEIS

2

| | Especif. | Unid. | Percent. | Val. | Unit. | Valor |
|--|-------------|-------|----------|------------|-------|------------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$ | Cr\$/ha |
| FUNRURAL | VALOR PROD. | | 2.5% | 2200000.00 | | 55000.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | | 55000.00 |
| TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS= 1.1.+1.2.1.+1.2.2.+1.3.= | | | | | | 1552400.00 |

| 2.-CUSTOS FIXOS (CF) | Especif. | Unid. | Percent. | Val. | Unit. | Valor |
|-----------------------|-------------|-------|----------|------------|-------|-----------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$ | Cr\$/ha |
| JUROS S/VAL. DA TERRA | VALOR PROD. | 1 | 6.0% | 1000000.00 | | 60000.00 |
| DEPREC. CONS. E REP. | | | | | | |
| S/BENS IMOVEIS | Za.a. | 1 | 4.0% | 1000000.00 | | 40000.00 |
| JUROS S/CAPITAL FIXO | | | | | | |
| (6% S/50% VAL. ATUAL) | JURO ANUAL | 1/1 | 6.0% | 500000.00 | | 30000.00 |
| IMPOSTOS E TAXAS | I.T.R. | 1 | 100.0% | 440.00 | | 440.00 |
| ADMINISTRACAO | VALOR PROD. | | 10.0% | 2200000.00 | | 220000.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | | 350440.00 |

(*) Vide Consideracoes Gerais.

3.-RENDIMENTO PREVISTO CUSTO TOTAL POR HECTARE E CUSTO POR kg

RENDIMENTO PREVISTO: 10000 kg/ha
 CUSTO TOTAL POR ha:

$$\begin{array}{l}
 \text{CV + CF = CT/ha} \\
 \text{Cr\$ 1552400.00 + Cr\$ 350440.00 = Cr\$ 1902840.00}
 \end{array}$$

CUSTO POR kg

$$\begin{array}{l}
 \text{CT/ha / kg prod. =Custo/kg} \\
 \text{Cr\$ 1902840.00 / 10000.0 = Cr\$ 190.28}
 \end{array}$$

4.-RECEITA PREVISTA POR HECTARE

PRECO DE MERCADO: Cr\$ 220.00
 RECEITA PREVISTA Cr\$ 220.00 * 10000.0 = Cr\$ 2200000.00

S:OUT/84

AFRA:83-84

CULTURA: MILHO

RACAO: ANIMAL

RENDIMENTO PREVISTO: 4800 kg/ha AREA MEDIA CULTIVADA: 4.0 ha

O sistema e' utilizado por agricultores que trabalham em regime familiar. O preparo do solo, plantio e alguns tratos culturais sao efetuados com implementos de traccao animal. A colheita e' efetuada manualmente. No sistema sao utilizados diversos insumos modernos, com boa utilizacao de tecnologia. Grande parte da producao e' utilizada para consumo na propria propriedade.

-CUSTOS VARIAVEIS (CV)

| 1.1. INSUMOS | Especif. | Unid. ref. | Quant. | Val. Unit. Cr\$ | Valor Cr\$/ha |
|-------------------|----------|------------|--------|-----------------|---------------|
| SEMENTES | | kg | 18.00 | 1665.00 | 29970.00 |
| CALCARI | 20% | t | 1.00 | 47000.00 | 47000.00 |
| ADUBO SE | 7-30-13 | kg | 200.00 | 770.00 | 154000.00 |
| ADUBO BERTURA | UREIA | kg | 100.00 | 605.00 | 60500.00 |
| FORMA | ISCA | kg | 1.00 | 1996.00 | 1996.00 |
| EXPU | FOSFINA | past. | 33.00 | 350.00 | 11550.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 305016.00 |

1.2. SERVICOS

1.2.1. SERVICOS MECANICOS

| | | | | | |
|-----------------------|---------|-----|-------|----------|-----------|
| CONSERVACAO DO SOLO | | d/a | 1.00 | 16000.00 | 16000.00 |
| ARACAO | | d/a | 4.00 | 16000.00 | 64000.00 |
| GRADAGEM | | d/a | 1.00 | 16000.00 | 16000.00 |
| DISTRIBUICAO DO CALC. | 20% | d/a | 0.20 | 16000.00 | 3200.00 |
| INCORPORACAO DO CALC. | 20% | d/a | 0.20 | 16000.00 | 3200.00 |
| SULCAMENTO | | d/a | 0.50 | 16000.00 | 8000.00 |
| ADUBACAO-SEMEADURA | | d/a | 1.50 | 16000.00 | 24000.00 |
| CAPINAS | DUAS | d/a | 2.00 | 16000.00 | 32000.00 |
| TRANSP. INTERNO | | d/a | 2.00 | 16000.00 | 32000.00 |
| TRANSP. EXTERNO | 40% | sc | 32.00 | 425.00 | 13600.00 |
| TRILHAGEM | Cr\$/sc | sc | 80.00 | 1500.00 | 120000.00 |
| BENEFICIAMENTO | 40% | sc | 32.00 | 700.00 | 22400.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 354400.00 |

1.2.2. SERVICOS MANUAIS

| | | | | | |
|---------------------|------|-----|------|---------|-----------|
| CALAGEM | 20% | d/h | 0.40 | 7600.00 | 3040.00 |
| ADUBACAO COBERTURA | | d/h | 1.50 | 7600.00 | 11400.00 |
| APLICACAO FORMICIDA | | d/h | 1.00 | 7600.00 | 7600.00 |
| CAPINAS (complem.) | DUAS | d/h | 4.00 | 7600.00 | 30400.00 |
| COLHEITA | | d/h | 8.00 | 7600.00 | 60800.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 113240.00 |

5. OUTROS CUSTOS VARIÁVEIS

| | Especif. | Unid. | Percent. | Val. Unit. | Valor |
|-------------------|--------------|-------|----------|------------|----------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| AGRO | V.B.C. | | 2.0% | 547000.00 | 10940.00 |
| RURAL | 40% VAL PROD | | 2.5% | 1280000.00 | 12800.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 23740.00 |

TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS = 1.1.+1.2.1.+1.2.2.+1.3. = 796396.00

| -CUSTOS FIXOS (CF) | Especif. | Unid.# | Percent. | Val. Unit. | Valor |
|---------------------|-------------|--------|----------|------------|-----------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| ROS S/VAL. DA TERRA | JURO ANUAL | 1 | 6.0% | | |
| PREC. CONS. E REP. | | | | | |
| BENS IMOVEIS | %a.a. | 1/4 | 4.0% | 1750000.00 | 17500.00 |
| ROS S/CAPITAL FIXO | | | | | |
| % S/50% VAL. ATUAL) | JURO ANUAL | 1/4 | 3.0% | 875000.00 | 8750.00 |
| POSTOS E TAXAS | I.T.R. | 1 | 100.0% | 440.00 | 440.00 |
| MINISTRACAO | VALOR PROD. | 1 | 10.0% | 1280000.00 | 12800.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 206503.00 |

) Vide Consideracoes Gerais.

-RENDIMENTO PREVISTO CUSTO TOTAL POR HECTARE E CUSTO POR SACCA

RENDIMENTO PREVISTO: 4800 kg/ha (80 sc)

CUSTO TOTAL POR ha:

$$CV + CF = CT/ha$$

$$Cr\$ 796396.00 + Cr\$ 206503.00 = Cr\$ 1002899.00$$

CUSTO POR SACCA

$$CT/ha /sacas prod. =Custo/sc$$

$$Cr\$ 1002899.00 / 80.0 = Cr\$ 12536.23$$

-RECEITA PREVISTA POR HECTARE

PREÇO DE MERCADO: Cr\$ 16000.00

RECEITA PREVISTA Cr\$ 16000.00 * 80.0 = Cr\$ 1280000.00

PRODUTO: LEITE
ES: DU1/84

Este custo, abrange as previsões de receitas e despesas no período de um ano, para uma propriedade que explore um rebanho leiteiro com um número médio de 10 vacas. A reposição das vacas descartadas, é feita com novilhas da própria produção, com as bezerras sendo criadas para tal finalidade. Os bezerros (machos) são descartados logo após o nascer.

Os produtores são na grande maioria proprietários, com as áreas variando entre 12ha e 20ha. Esta propriedade pode ser considerada típica produtora de leite, com produção durante todo o ano e com um nível tecnológico atingível pela grande maioria dos produtores.

O nível de conhecimento técnico dos proprietários é de razoável bom, com o rebanho sendo constituído de animais de boa qualidade. As instalações são constituídas visando especificamente a produção de leite.

O rendimento previsto é de 2200 l/vaca/ano, com uma produção total de 22000 l/ano. As receitas da exploração, são complementadas pela venda anual de 2 vacas de descarte, uma fêmea em idade de cobertura (novilha entre 1 e 2 anos) e pela venda dos bezerros recém-nascidos.

- COEFICIENTES TECNICOS

Rebanho Estabilizado

| Categoria Animal | Num. de Cabeças | Unidade Animal(UA) | Num. de UA |
|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------|
| vacas em lactação | 8 | 1.00 | 8.00 |
| vacas secas | 2 | 1.00 | 2.00 |
| fêmeas até um ano (terneiras) | 3 | 0.25 | 0.75 |
| fêmeas de 1-2 anos (novilhas) | 3 | 0.50 | 1.50 |
| avalo | 2 | 1.50 | 3.00 |
| TAL | 18 | | 15.25 |

Indices zootecnicos

| | |
|----------------------------------|----------|
| Índice de natalidade | 70% |
| Índice de mortalidade | 2% |
| Substituição anual de matrizes | 20% |
| Intervalo entre partos | 16 meses |
| Idade média para a primeira cria | 36 meses |

Alimentação

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Estagem anual de inverno | 0.25 ha/UA |
| Capineiras perenes | 0.12 ha/UA |
| Estagem nativa | 0.40 ha/UA |
| ração concentrada | 0.16 kg/l prod. |
| ração | 1800 kg/UA/ano |
| ração comum | 11 kg/UA/ano |
| ração mineral | 7 kg/UA/ano |

I - PRODUÇÃO ESPERADA

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Leite | - 2200 l/vaca/ano |
| Venda de animais: | 2 vacas de descarte |
| | 1 fêmea excedente |
| | 3 bezerros recém-nascidos |

II - CALCULO DO CUSTO
 - CUSTOS VARIÁVEIS (CV)

| - ALIMENTAÇÃO | Especif. | Unid.* ref. | Quant. | Val. Unit. Cr\$ | Valor Cr\$/ha |
|--------------------------|------------|----------------|----------|--------------------|---------------------|
| AST. ANUAL DE INV. | 0.25 ha/UA | ha | 3.81 | 374420.00 | 1426540.00 |
| APINEIRA PERENE | 0.12 ha/UA | ha | 1.83 | 215060.00 | 393560.00 |
| IMP PASTAGEM NATIVA | 0.40 ha/UA | ha | 6.10 | 20000.00 | 122000.00 |
| ILHO (75% cacão) | | kg | 3600.00 | 284.00 | 1022400.00 |
| AR. DE TRIGO (25% r) | | kg | 1200.00 | 180.00 | 216000.00 |
| ILAGEM | 1800 kg/UA | kg | 24750.00 | 33.14 | 820113.00 |
| AL COMUM | 11 kg/UA | kg | 167.70 | 157.00 | 26329.00 |
| AL MINERAL | 7 kg/UA | kg | 106.70 | 1164.00 | 124199.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 4,151,140.00 |

*) Vide subsídios ao custo de produção

- SANIDADE

| | | | | | |
|--------------------------|--------------|------|-------|----------|-------------------|
| ACINA ANTI-AFTOSA | 3/Animal | dose | 48.00 | 180.00 | 8640.00 |
| ACINA BRUCELOSE | 1/terneira | dose | 3.00 | 305.00 | 915.00 |
| ACINA CARBUNCULO | | | | | |
| INT. E GANGRENA | 2/terneira | dose | 6.00 | 96.00 | 576.00 |
| ACINA PARATIFO | 2/Anim.nasc. | dose | 12.00 | 106.00 | 1272.00 |
| ACINA ANTI-RABICA | 1/Animal | dose | 18.00 | 600.00 | 10800.00 |
| ESTE PROFILATICO | | | | | |
| EMSOROAGLUTINAÇÃO | 2/vaca-nov. | | 26.00 | 1500.00 | 39000.00 |
| ESTE PROFILATICO | | | | | |
| BERCULINIZAÇÃO | 2/vaca-nov. | | 26.00 | 1500.00 | 39000.00 |
| EDIC. ANTIBIOTICO | 2/bov. | dose | 32.00 | 1600.00 | 51200.00 |
| EDIC. VERNIFUGO | 3/bov. | dose | 48.00 | 320.00 | 15360.00 |
| EDIC. CARRAP.-BERN. | (*) | Kg | 2.24 | 34133.00 | 76458.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 243,221.00 |

e) - NEGUVON+ASSUNTOL

- MELHORAMENTO E MANEJO

| | | | | | |
|--------------------------|--------------------|----|--------|---------|-------------------|
| IM.-LEITE | 150 l/bez. | l | 450.00 | 233.00 | 104850.00 |
| IM.-RACAO INICIAL | 30 kg/bez. | kg | 90.00 | 430.00 | 38700.00 |
| IM.-RACAO CRESC. | 250 kg/bez. | kg | 750.00 | 400.00 | 300000.00 |
| SEMINAÇÃO ARTIF. | 1.5/vaca/anid.sem. | | 15.00 | 3500.00 | 52500.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 496,050.00 |

- MAO-DE-OBRA

| | | | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-------|-----------|-------------------|
| SALARIO (anual) | 11.5 S.M.Mens | mes | 12.00 | 145764.00 | 1749168.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 1749168.00 |

- OUTROS CUSTOS VARIÁVEIS

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------|--------|------------|---------------------|
| ENERGIA ELETRICA | | KWh | 960.00 | 52.91 | 50794.00 |
| INRURAL | VALOR PROD. | venda | 2.5% | 4682135.00 | 117053.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 167,847.00 |
| TOTAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS | | | | | 6,807,426.17 |

| CUSTOS FIXOS (CF) | Unid. | Percent. | Val. Unit. | Valor | |
|----------------------|--------|----------|------------|-------------|------------|
| | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha | |
| JUROS S/VAL.DA TERRA | Z.a.a. | 9.4 h | 6.0% | 140000.00 | 78960.00 |
| JUROS S/VAL. ANIMAIS | Z.a.a. | | 6.0% | 11330000.00 | 679800.00 |
| DEPREC. INSTALACOES | Z.a.a. | | 3.3% | 2300000.00 | 75900.00 |
| DEPREC. DAS CERCAS | Z.a.a. | | 6.7% | 3780000.00 | 253260.00 |
| DEPREC. EQUIPAMENTOS | Z.a.a. | | 10.0% | 1270000.00 | 127000.00 |
| CONS. E REP. INSTAL. | Z.a.a. | | 2.0% | 2300000.00 | 46000.00 |
| CONS. E REP. CERCAS | Z.a.a. | | 2.0% | 3780000.00 | 75600.00 |
| CONS. REP. EQUIP. | Z.a.a. | | 2.5% | 1270000.00 | 31750.00 |
| JUROS CAPITAL FIXO | | | | | |
| QUI (Z VAL. ATUAL) | Z.a.a. | | 6.0% | 3675000.00 | 220500.00 |
| ADMI ACO | Z.a.a. | V.B.P. | 10.0% | 6612135.00 | 661214.00 |
| IMPO E TAXAS | I.L.R. | 9.4 h | 100.0% | 190.00 | 1786.00 |
| TOTAL CUSTOS FIXOS | | | | | 2251770.00 |

RECEITA (com retencao de 1905 l/ano para consumo na propriedade)

| Especific. | Unid. | Quant. | Val. Unit. | Valor |
|-------------------|--------|-----------|------------|------------|
| | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| TOTAL VENDAS | 1 | 120095.00 | 233.00 | 4682135.00 |
| RECEM-NASC. | Anim. | 3.00 | 50000.00 | 150000.00 |
| IDENTES | Anim. | 1.00 | 500000.00 | 500000.00 |
| DESCARTE | kg/vc. | 800.00 | 1600.00 | 1280000.00 |
| TOTAL RECEITA/ANO | | | | 6612135.00 |

TOTAL CUSTOS/ANO

$$CV + CF = CT$$

4807426.00 + Cr\$ 2251770.00 = Cr\$ 9059196.00

CUSTO MENSAL DE LEITE (considerando somente a venda do leite)

$$CT / \text{num. l prod} = \text{Custo/l}$$

Cr\$ 9059196.00 / 22000.0 = Cr\$ 411.78

CUSTO DO LITRO DE LEITE (considerando tambem venda excedentes do plantel)

$$((CT - v. exc) / \text{num. l prod}) = \text{Custo/l}$$

Cr\$ 9059195.68 - Cr\$ 1930000.00 = Cr\$ 7129195.68 / 22000.0 = Cr\$ 324.05

- 3) CUSTOS
- Preco estabelecido pela SUNAB, para leite entregue na plataforma da industria Cr\$ 290.00/l leite com 3.2% gordura
 - Frete medio estabelecido pelas industrias para coleta do leite (propriedade ate a plataforma) Cr\$ 57.00/l
 - Preco efetivamente recebido pelo produtor na propriedade Cr\$ 233.00/l

Para a confecção do custo de produção do leite, se fez necessário calcular diversos custos de itens e fatores, cujos resumos são dados seguintes.

STAGEM ANUAL DE INVERNO (AZELEM)

-CUSTOS VARIÁVEIS (CV)

| 1. | INSUMOS | Especif. | Unid. | Quant. | Val. Unit. | Valor |
|--------------------------|----------------|----------|-------|--------|------------|-----------|
| | | | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| LCY | 0 | 10% | t | 0.50 | 55000.00 | 27500.00 |
| UBC | ASE | 9-33-12 | kg | 200.00 | 840.00 | 168000.00 |
| UBI | BERTURA | UREIA | kg | 100.00 | 620.00 | 62000.00 |
| TAL | SUB-ITEM | | | | | 257500.00 |
| 2. | ICOS | | | | | |
| 2.1 | ICOS MECANICOS | | | | | |
| ACA | | | d/a | 4.00 | 20000.00 | 80000.00 |
| ADA | | | d/a | 1.00 | 20000.00 | 20000.00 |
| STR | AO DO CALC. | 10% | d/a | 0.10 | 20000.00 | 2000.00 |
| COF | AO DO CALC. | 10% | d/a | 0.10 | 20000.00 | 2000.00 |
| TAL | UB-ITEM | | | | | 104000.00 |
| 2. | ICOS MANUAIS | | | | | |
| LAC | | 10% | d/h | 0.20 | 7600.00 | 1520.00 |
| JBALAO BASE | | | d/h | 0.50 | 7600.00 | 3800.00 |
| MEADURA | | | d/h | 0.50 | 7600.00 | 3800.00 |
| JBACAO DE COBERTURA | | | d/h | 0.50 | 7600.00 | 3800.00 |
| TAL DO SUB-ITEM | | | | | | 12920.00 |
| TAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS | | | | | | 374420.00 |

... 3 a 10 anos)
 ... a adubação de manutenção (feita com adubo orgânico)
 ... de esterco não foi computada como receita.

1.1)

| Espeçif. | Unid. | Quant. | Val. Unit. | Valor |
|----------|-------|--------|------------|-----------|
| | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| | t | 5.00 | 55000.00 | 275000.00 |
| | | | | 275000.00 |

1.2)

| | | | | |
|--|-----|------|----------|-----------|
| | d/a | 4.00 | 20000.00 | 80000.00 |
| | d/a | 1.00 | 20000.00 | 20000.00 |
| | d/a | 1.00 | 20000.00 | 20000.00 |
| | d/a | 1.00 | 20000.00 | 20000.00 |
| | d/a | 0.50 | 20000.00 | 10000.00 |
| | | | | 150000.00 |

1.3)

| | | | | |
|--|-----|------|---------|----------|
| | d/h | 2.00 | 7600.00 | 15200.00 |
| | d/h | 1.00 | 7600.00 | 7600.00 |
| | d/h | 3.00 | 7600.00 | 22800.00 |
| | | | | 45600.00 |

1.4)

CV = 1.1.+1.2.1.+1.2.2.= 470600.00

CT / num. de anos = Custo/ano

470600 / 10.0 = Cr\$ 47060.00

CV)

| | | | | |
|---------|----|--------|--------|-----------|
| 9-33-12 | kg | 200.00 | 840.00 | 168000.00 |
|---------|----|--------|--------|-----------|

1.5)

| | | | | |
|--|--|--|--|-----------|
| | | | | 168000.00 |
| | | | | 168000.00 |

CV + CF = CT/ha

47060.00 + Cr\$ 168000.00 = Cr\$ 215060.00

Necessidade de silagem:

24750 kg (necessidade p/ alimentação) + 373 kg (perdas 15%) = 28463 kg (28.5 t)

Para cobrir esta demanda haverá necessidade da construção de um silo-trincheira revestido com as seguintes dimensões: -largura superior 2.20 m, -largura inferior 1.40 m, -altura 1.50 m e -comprimento de 18.00 m.

CUSTO DA CONSTRUÇÃO DO SILO-TRINCHEIRA COM REVESTIMENTO

| | Especif. | Unid. | Quant. | Val. Unit. | Valor |
|---------------------------------|------------|----------------|--------|------------|-------------------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| REMOÇÃO 49 m ³ TERRA | TRINCHEIRA | h/metr | 2.50 | 25000.00 | 62500.00 |
| TIJOLO | | mil | 2.28 | 82000.00 | 186960.00 |
| CIMENTO | | sc | 29.50 | 10200.00 | 300900.00 |
| AREIA | | m ³ | 2.70 | 17000.00 | 45900.00 |
| BRITA | | m ³ | 2.70 | 18000.00 | 48600.00 |
| MÃO-DE-OBRA PEDREIRO | | d/h | 6.00 | 18000.00 | 108000.00 |
| MÃO-DE-OBRA SERVENTE | | d/h | 6.00 | 8000.00 | 48000.00 |
| JUROS S/INVESTIMENTO | (*) | a.a. | 209.0% | 800860.00 | 5021392.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 5822252.00 |

(*) - 1% da variação da ORTN em 12 meses, mais 3% de juros, com amortização 5 anos.

OBS. - a efeito de cálculo admitiu-se que este silo tenha vida útil de 20 anos.

| | | | | | | |
|-----------------------|----------|----|----------------|---------|------------------|-----------|
| CUS | SILO/ANO | | 1 | 5.0% | 5822252.00 | 291113.00 |
| CAP | A PERENE | | ha | 0.50 | 215060.00 | 107530.00 |
| MAN | | 8% | kg | 2277.00 | 110.00 | 250470.00 |
| MÃO | DE OBRA | | d/h | 10.00 | 7600.00 | 76000.00 |
| LONA | PLÁSTICA | | m ² | 100.00 | 950.00 | 95000.00 |
| TOTAL DO CUSTO | | | | | 820113.00 | |

CUSTO DO kg DE SILAGEM

$$\frac{CT}{\text{cap. silo}} = \text{Custo/kg}$$

$$\text{Cr\$ } 820113.00 / 24750.0 = \text{Cr\$ } 33.14$$

CUSTO DAS INSTALACOES

Para a exploracao da atividade, julgou-se como satisfatoria a existencia das seguintes instalacoes: -uma sala de ordenha com 18 m², -uma sala de leite com 7.5 m², -uma sala de racao com 20 m², -um abrigo para bezerras com 4 m², -um patio de manejo com 40 m² (mangueira c/4 fios de arame liso, com mourões de 3 em 3 m e piso de concreto); todos com vida util estimada em 30 anos. Alem destas, presume-se a existencia tambem de 1400 m lineares de cerca cuja vida util estimou-se em 15 anos.

| INSTALACOES | Especif. | Unid. | Quant. | Val. Unit. | Valor |
|------------------------------------|----------|----------------|--------|------------|------------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| SALAS DE ORDENHA, LEITE E RACAO | | m ² | 45.50 | 40000.00 | 1820000.00 |
| ABRIGO P/BEZERRAS | | m ² | 4.00 | 35000.00 | 140000.00 |
| PATIO DE MANEJO | | m ² | 40.00 | 8500.00 | 340000.00 |
| CUSTO TOTAL DAS INSTALACOES | | | | | 2300000.00 |

CUSTO DAS CERCAS

| | | | | | |
|------------------------|--|---|---------|---------|------------|
| CERCAS | | m | 1400.00 | 2700.00 | 3780000.00 |
| CUSTO TOTAL DAS CERCAS | | | | | 3780000.00 |

CUSTO DOS EQUIPAMENTOS (vida util 10 anos)

| | | | | | |
|------------------------------|-------|--|------|-----------|------------|
| CARRIÃO | | | 1.00 | 385000.00 | 385000.00 |
| TRATOR EIRA MEDIA | | | 1.00 | 300000.00 | 300000.00 |
| MOTOR ELETRICO | 7.5Hp | | 1.00 | 465000.00 | 465000.00 |
| PULVERIZADOR COSTAL | | | 1.00 | 120000.00 | 120000.00 |
| CUSTO TOTAL DOS EQUIPAMENTOS | | | | | 1270000.00 |

VALOR DO PLANTEL

| | | | | | |
|------------------------|-----------|--|-------|-----------|-------------|
| VACAS | | | 10.00 | 800000.00 | 8000000.00 |
| FEMEAS | ate 1 ano | | 3.00 | 280000.00 | 840000.00 |
| FEMEAS | 1-2 anos | | 3.00 | 430000.00 | 1290000.00 |
| CAVALOS | | | 2.00 | 600000.00 | 1200000.00 |
| VALOR TOTAL DO PLANTEL | | | | | 11330000.00 |

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRICOLA DE SANTA CATARINA

PRODUTO: SUINOS

CULTURA: OUT/84

CARACTERISTICAS DA EXPLORACAO

Para o estabelecimento das características da exploração suínica, ora em foco, recorreu-se aos trabalhos de pesquisa a campo (março/80), efetuados pela ENBRAPA-CRPSA em conjunto com a EMATER/SC, por serem considerados representativos de um sistema médio das propriedades exploradas de suínos no Estado, uma vez que a pesquisa daquelas entidades, estendeu-se a 480 propriedades do Oeste e Meio-Oeste Catarinense.

NIVEIS DE PRODUTIVIDADE DO SISTEMA

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Num. de matrizes | 11 |
| Num. de reprodutores | 2 |
| Num. de terminados/porca/ano | 13 |
| Num. de terminados/ano no sistema | 208 |
| Peso médio do terminado (kg) | 95.53 |
| Peso total dos suínos terminados (kg) | 19870 |

ALIMENTACAO

Na quantidade de alimentos consumidos por terminados/ano, esta incluída a alimentação das porcas e cachacos.

| | |
|---------------|-------------------------|
| RACAO INICIAL | 18.10 kg/terminado/ano |
| CONCENTRADO | 67.00 kg/terminado/ano |
| MILHO | 317.59 kg/terminado/ano |

1.-CUSTOS VARIÁVEIS (CV)

| ALIMENTACAO | Especif. | Unid. ref. | Quant. | Val. Unit. Cr\$ | Valor Cr\$/ha |
|-------------------|--------------|------------|----------|-----------------|---------------|
| RACAO INICIAL | 18.10/term. | kg | 3765.00 | 438.00 | 1649070.00 |
| CONCENTRADO | 67.00/term. | kg | 13836.00 | 550.00 | 7609800.00 |
| MILHO | 317.59/term. | kg | 66059.00 | 284.00 | 18760756.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 28019626.00 |

SANIDADE

| | | | | | |
|--------------------|-------------|--------|-------|----------|-----------|
| VAC. PESTE SUINA | frasc.-48d | frasco | 5.00 | 7500.00 | 37500.00 |
| FERRO | frasc.-20cc | frasco | 14.00 | 5420.00 | 75880.00 |
| MED. ANTIDIARREICO | Pct.-100g | pct. | 10.00 | 2915.00 | 29150.00 |
| MED. ANTIBIOTICO | 5cc/animal | frasco | 60.00 | 4930.00 | 295800.00 |
| DESINFETANTES | frasco c/1l | frasco | 10.00 | 10700.00 | 107000.00 |
| VERMIFUGO | LEVAMIZOLE | frasco | 7.00 | 5306.00 | 37142.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 582472.00 |

DOS CUSTOS VARIÁVEIS

| | Especif. | Unid. | Quant. | Val. Unit. | Valor |
|--------------------|--------------|--------|---------|-------------|------------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| 0-DE-OBRA | 10.17 h/ter | h | 2116.00 | 485.00 | 1026260.00 |
| SP DE ENERG E COMB | cus./term.an | | 208.00 | 564.00 | 117312.00 |
| TRANSPORTE | cus./term.an | Animal | 208.00 | 2305.00 | 479440.00 |
| DOS S/VALORES DE | | | | | |
| CES. EVENTUAIS | 209 %a.a. * | 2m | 34.8% | 5037518.00 | 1753056.00 |
| ENTUAIS | VALOR C.V. | | 5.0% | 31978166.00 | 1598908.00 |
| RURAL | VALOR PROD. | | 2.5% | 40733500.00 | 1018338.00 |
| TAL DO SUB-ITEM | | | | | 5993314.00 |

TAL DOS CUSTOS VARIÁVEIS 34595412.24
) - 100% da variacao da ORTN em 12 meses, mais 3% de juros, diluidos em 6 meses.

| -CUSTOS FIXOS (CF) | Especif. | Unid. | Percent. | Val. Unit. | Valor |
|---------------------|----------|-------|----------|------------|------------|
| | | ref. | | Cr\$ | Cr\$/ha |
| PREC. INSTALACOES | %a.a. | | 6.6% | 6831290.00 | 450865.00 |
| PREC. EQUIP.-CERC. | %a.a. | | 10.0% | 2880500.00 | 288050.00 |
| NS. E REPAROS | | | | | |
| S INSTALACOES | %a.a. | | 3.0% | 6831290.00 | 204939.00 |
| NS. E REPAROS | | | | | |
| UIPAMENTOS-CERCAS | %a.a. | | 3.0% | 2880500.00 | 86415.00 |
| DOS S/CAP. MEDIO | | | | | |
| ST.-EQUIP.-CERCAS | %a.a. | | 10.0% | 4855895.00 | 485590.00 |
| DOS S/REPROD. | %a.a. | | 10.0% | 5310000.00 | 531000.00 |
| DOS S/EST. REBANHOS | 4350 kg | | >10.0% | 8917500.00 | 891750.00 |
| POSTOS E TAXAS | I.T.R. | 1 | 100.0% | 190.00 | 190.00 |
| TAL DO SUB-ITEM | | | | | 2938798.00 |

CUSTOS TOTAIS

$$CV + CF = CT$$

$$\text{Cr\$ } 34595412.00 + \text{Cr\$ } 2938798.00 = \text{Cr\$ } 37534211.00$$

STO POR kg SUINO TERM.

$$CT / \text{peso tot.s.} = \text{Custo/Kg}$$

$$\text{Cr\$ } 37534211.00 / 19870.0 = \text{Cr\$ } 1888.99$$

OR DA PRODUCAO

ECO DE MERCADO: Cr\$ 2050.00/kg

$$\text{DEITA PREVISTA Cr\$ } 2050.00 * 19870.0 = \text{Cr\$ } 40733500.00$$

CUSTO DAS INSTALACOES

14

| | Especif. | Unid. ref. | Quant. | Val. Unit. Cr\$ | Valor Cr\$/ha |
|---------------------------------------|----------|---------------|--------|--------------------|------------------|
| MATERNIDADE | | m2 | 36.00 | 50000.00 | 1800000.00 |
| RECRIA | | m2 | 16.00 | 35000.00 | 560000.00 |
| TERMINACAO | | m2 | 30.00 | 35000.00 | 1050000.00 |
| ABRIGO P/REPRODUTORES | | m2 | 42.00 | 35000.00 | 1470000.00 |
| DEPOSITO | | m2 | 50.00 | 35000.00 | 1750000.00 |
| CAPTACAO DE AGUA | | m3 | 3.00 | 10430.00 | 31290.00 |
| REDE DE DISTRIBUICAO DE AGUA E LUZ | | | 100.0% | 170000.00 | 170000.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 6831290.00 |

CUSTO DAS CERCAS

| | | | | | |
|-------|--|---|--------|---------|-----------|
| CERCA | | m | 360.00 | 2700.00 | 972000.00 |
|-------|--|---|--------|---------|-----------|

CUSTO DOS EQUIPAMENTOS

| | | | | | |
|------------------------|---------|--|-------|-----------|------------|
| MOINHO DE MILHO | c/motor | | 1.00 | 984500.00 | 984500.00 |
| MOTO-BOMBA | | | 1.00 | 274000.00 | 274000.00 |
| BALANCA | 200 kg | | 1.00 | 330000.00 | 330000.00 |
| UTENSILIOS DE MANEJO | | | 1.00 | 110000.00 | 110000.00 |
| BEBEDOUROS AUTOMATICOS | | | 15.00 | 14000.00 | 210000.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 1908500.00 |

CUSTO DOS REPRODUTORES

| | | | | | |
|-------------------|--|--|-------|-----------|------------|
| FEMEAS | | | 16.00 | 295000.00 | 4720000.00 |
| MACHOS | | | 2.00 | 295000.00 | 590000.00 |
| TOTAL DO SUB-ITEM | | | | | 5310000.00 |