



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**IMPACTO E VIABILIDADE DO USO DE MANEJO
CONSERVACIONISTAS NA AGRICULTURA FAMILIAR NO
ENTORNO DO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA**

WENDEL SILVA CABRAL

Campina Grande - PB

Março de 2010

WENDEL SILVA CABRAL

**IMPACTO E VIABILIDADE DO USO DE MANEJO CONSERVACIONISTAS NA
AGRICULTURA FAMILIAR NO ENTORNO DO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, na área de Engenharia de Recursos Hídricos, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA HIDRÁULICA

ORIENTADORA: ROSIRES CATÃO CURI

Campina Grande - PB

Março de 2010

UFCG - BIBLIOTECA - CAMPUS I	
760	06-05-010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C117i
2010

Cabral, Wendel Silva.

Impacto e viabilidade do uso de manejo conservacionistas na agricultura familiar no entorno do açude Epitácio Pessoa/Wendel Silva Cabral. — Campina Grande, 2010.

94 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) — Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rosires Catão Curi.

Referências.

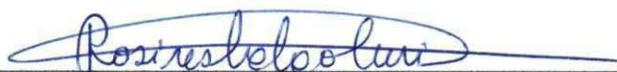
1. Recursos Hídricos. 2. Modelo de Otimização. 3. Manejos Agrícolas.
I. Título.

CDU 556.18 (043)

WENDEL SILVA CABRAL

**IMPACTO E VIABILIDADE DO USO DE MANEJO CONSERVACIONISTAS NA
AGRICULTURA FAMILIAR NO ENTORNO DO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA**

Aprovada em 26/02/2010



Dra. Rosires Catão Curi (UAEC/UFCG)

Orientadora



Dr. Vladimir da Costa Alencar (CCT/UEPB)

Examinador Externo



Dr. Wilson Fadlo Curi (UAF/UFCG)

Examinador Interno

Campina Grande – PB

Março de 2010

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Braz Benélio M. Cabral e Lúcia da Silva Cabral e aos meus irmãos, Wagner e Ana Cláudia Silva Cabral, dedico-lhes esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao nosso pai superior, por me conceder todas as condições necessárias para meu crescimento intelectual, desenvolvendo conhecimento e colaborando com a pesquisa.

Aos meus pais e irmãos, pelos devidos apoios e pela força transmitida na obtenção do sucesso em mais uma etapa da minha vida.

Aos professores Rosires Catão Curi e Wilson Fadlo Curi, pela orientação e disposição em colaborar durante todo o trabalho.

A todos os professores do curso de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, pela formação que recebi e pelos novos conhecimentos adquiridos.

Aos amigos, Vladimir Costa de Alencar, José Carlos Mota e Valterlin da Silva Santos pela colaboração e disposição em ajudar-me na elaboração do trabalho.

Em especial a Hanne e Ivonete Alves Bakke, por toda atenção, contribuição e incentivo na minha caminhada, além dos agradáveis momentos compartilhados.

A minha turma de mestrado, Sâmea Valensca, Marcondes Loureiro e Augusto por toda ajuda e companheirismo.

Ao CNPq, pelo suporte financeiro durante a vigência do curso.

Por fim, a todos que contribuíram e acrescentaram, de forma direta ou indireta, na consolidação deste importante trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO II	
OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
CAPÍTULO III	
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 Agricultura convencional.....	16
3.2 Os impactos dos agrotóxicos	17
3.3 Agricultura orgânica	19
3.4 Lucratividade e produtividade na agricultura orgânica.....	21
3.5 Modelos de otimização	24
3.6 Programação linear.....	26
3.7 Análise multiobjetivo	28
3.8 CISDERGO.....	29
3.9 Benefícios derivados do CISDERGO	30
CAPÍTULO IV	
MODELO UTILIZADO.....	31
4.1 Considerações gerais.....	31
4.2 Funções objetivo	32
4.2.1 Maximização da receita líquida	33
4.2.2 Maximização da mão-de-obra.....	34
4.2.3 Minimização dos impactos ambientais	34
4.2.4 Função multiobjetivo	35

4.3 Equações de restrições.....	35
4.3.1 Critérios agronômicos e de mercado	35
4.3.2 Operação do reservatório	36
4.3.3 Disponibilidade de solo.....	36
4.3.4 Limitações do sistema de bombeamento	37
4.3.5 Não negatividade das variáveis	38
CAPÍTULO V	
METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA	39
5.1 Descrição da área em estudo	39
5.2 Descrição dos cenários.....	40
5.3 Dados de entrada do sistema estudado.....	41
5.4 Situações estudadas	46
CAPÍTULO VI	
RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
6.1 Agricultura Convencional	47
6.1.1 Cenário 1	48
6.1.2 Cenário 2.....	50
6.1.3 Cenário 3.....	51
6.1.4 Cenário 4.....	53
6.1.5 Cenário 5.....	54
6.2 Agricultura Orgânica	56
6.2.1 Situação 1	56
6.2.2 Situação 2.....	66
6.2.3 Situação 3.....	75
CAPÍTULO VII	
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	86
7.1 Conclusões.....	86
7.2 Recomendações.....	88
REFERÊNCIAS.....	90

LISTAS DE TABELAS

Tabela 3.1	Gradação toxicológica dos agrotóxicos.....	18
Tabela 3.2	Classificação toxicológica segundo a DL50.....	19
Tabela 5.1	Cenários de agricultura convencional.....	41
Tabela 5.2	Cenários de agricultura orgânica.....	41
Tabela 5.3	Dados de pluviometria e evaporação.....	42
Tabela 5.4	Índices de adubação química (NPK) e agrotóxicos (Kg).....	43
Tabela 5.5	Dados relativos aos cultivares selecionados.....	43
Tabela 5.6	Dados com valores médios de mão-de-obra (Homens/Dia).....	44
Tabela 5.7	Dados de custos de produção e produtividade do sistema convencional.....	45
Tabela 6.1	Resultados das análises do modelo para o manejo convencional.....	47
Tabela 6.2	Dados (anuais) das culturas do cenário 1.....	48
Tabela 6.3	Dados (anuais) das culturas do cenário 2.....	50
Tabela 6.4	Dados (anuais) das culturas do cenário 3.....	52
Tabela 6.5	Dados (anuais) das culturas do cenário 5.....	55
Tabela 6.6	Dados da S1 (sem acréscimo na mão de obra) ano.....	57
Tabela 6.7	Dados da S1 (acrécimo de 10% na mão de obra) ano.....	59
Tabela 6.8	Dados da S1 (acrécimo de 20% na mão de obra) ano.....	61
Tabela 6.9	Dados da S1 (acrécimo de 30% na mão de obra) ano.....	62
Tabela 6.10	Dados da S1 (acrécimo de 40% na mão de obra) ano.....	64
Tabela 6.11	Dados da S1 (acrécimo de 50% na mão de obra) ano.....	65
Tabela 6.12	Dados da S2 (sem acréscimo na mão de obra) ano.....	67
Tabela 6.13	Dados da S2 (acrécimo de 10% na mão de obra) ano.....	69
Tabela 6.14	Dados da S2 (acrécimo de 20% na mão de obra) ano.....	70
Tabela 6.15	Dados da S2 (acrécimo de 30% na mão de obra) ano.....	71
Tabela 6.16	Dados da S2 (acrécimo de 40% na mão de obra) ano.....	73
Tabela 6.17	Dados da S2 (acrécimo de 50% na mão de obra) ano.....	74
Tabela 6.18	Dados da S3 (sem acréscimo na mão de obra) ano.....	75
Tabela 6.19	Dados da S3 (acrécimo de 10% na mão de obra) ano.....	78
Tabela 6.20	Dados da S3 (acrécimo de 20% na mão de obra) ano.....	79
Tabela 6.21	Dados da S3 (acrécimo de 30% na mão de obra) ano.....	81
Tabela 6.22	Dados da S3 (acrécimo de 40% na mão de obra) ano.....	83
Tabela 6.23	Dados da S3 (acrécimo de 50% na mão de obra) ano.....	83

LISTAS DE FIGURAS

Figura 3.1	Canais e margens de comercialização de produtos orgânicos.....	22
Figura 5.1	Localização do município de Boqueirão.....	39
Figura 5.2	Localização do reservatório Presidente Epitácio Pessoa.....	40
Figura 6.1	Dados hidro-meteorológicos da área irrigada do cenário 1.....	49
Figura 6.2	Dados hidro-meteorológicos da área irrigada do cenário 2.....	51
Figura 6.3	Dados hidro-meteorológicos da área irrigada do cenário 3.....	53
Figura 6.4	Dados hidro-meteorológicos da área irrigada do cenário 5.....	55
Figura 6.5	Receita líquida por cultura na S1 (sem acréscimo na mão-de-obra) R\$/ano.....	57
Figura 6.6	Percent. das áreas plan. das culturas na S1 (sem acréscimo na mão-de-obra)...	58
Figura 6.7	Mão-de-obra por cultura na S1(sem acréscimo na mão-de-obra) homens/dia...	59
Figura 6.8	Receita líquida por cultura na S1 (acrécimo de 10% na mão de obra) R\$/ano.	60
Figura 6.9	Receita líquida por cultura na S1 (acrécimo de 20% na mão de obra) R\$/ano.	61
Figura 6.10	Receita líquida por cultura na S1 (acrécimo de 30% na mão de obra) R\$/ano.	63
Figura 6.11	Receita líquida por cultura na S1 (acrécimo de 40% na mão de obra) R\$/ano.	64
Figura 6.12	Receita líquida por cultura na S1 (acrécimo de 50% na mão de obra) R\$/ano.	66
Figura 6.13	Percen. das áreas plan. das culturas na S2(sem acréscimo na mão de obra).....	67
Figura 6.14	Mão-de-obra por cultura na S2 (sem acréscimo na mão de obra) homens/dia...	68
Figura 6.15	Receita líquida por cultura na S2 (sem acréscimo na mão de obra) R\$/ano.....	68
Figura 6.16	Receita líquida por cultura na S2 (acrécimo de 10% na mão de obra) R\$/ano.	70
Figura 6.17	Receita líquida por cultura na S2 (acrécimo de 20% na mão de obra) R\$/ano.	71
Figura 6.18	Receita líquida por cultura na S2 (acrécimo de 30% na mão de obra) R\$/ano.	72
Figura 6.19	Receita líquida por cultura na S2 (acrécimo de 40% na mão de obra) R\$/ano.	73
Figura 6.20	Receita líquida por cultura na S2 (acrécimo de 50% na mão de obra) R\$/ano.	74
Figura 6.21	Percen. das áreas plan. das culturas na S3(sem acréscimo na mão de obra).....	76
Figura 6.22	Mão-de-obra por cultura na S3 (sem acréscimo na mão de obra) homens/dia...	76
Figura 6.23	Receita líquida por cultura na S3 (sem acréscimo na mão de obra) R\$/ano.....	77
Figura 6.24	Receita líquida por cultura na S3 (acrécimo de 10% na mão de obra) R\$/ano.	79
Figura 6.25	Receita líquida por cultura na S3 (acrécimo de 20% na mão de obra) R\$/ano.	80
Figura 6.26	Receita líquida por cultura na S3 (acrécimo de 30% na mão de obra) R\$/ano.	81
Figura 6.27	Receita líquida por cultura na S3 (acrécimo de 40% na mão de obra) R\$/ano.	82
Figura 6.28	Receita líquida por cultura na S3 (acrécimo de 50% na mão de obra) R\$/ano.	84

CABRAL, Wendel Silva. *Impacto e viabilidade do uso de manejo conservacionistas na agricultura familiar no entorno do açude Epitácio Pessoa*. Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. 2010. p. 94.

RESUMO

O processo de obtenção de novas metodologias agrícolas, com o intuito de acelerar a produção de alimento para atender o crescimento populacional, segue no sentido, dentre outros, da maximização da produtividade e do lucro. Daí a importância das pesquisas em mecanismos que resultem em um equilíbrio sustentável entre aspectos financeiros, sociais e ambientais. Dentro deste contexto os modelos de otimização podem vir proporcionar uma melhor solução para os processos que ocorrem neste determinado setor produtivo. Buscou-se comparar a agricultura convencional e a orgânica, tendo como base de comparação benefícios econômicos (receita líquida). As comparações foram realizadas sob a injunção de diversos cenários hidro-climáticos, econômicos e culturais (práticas de plantio), tendo como ferramenta matemática e computacional o CISDERGO.

A aplicação do modelo foi na área agrícola do município de Boqueirão estado da Paraíba, localizado na microrregião do cariri oriental com uma área territorial de 425 km². Na forma de cenários e sob duas situações de análises (manejo convencional e orgânico), foram realizados testes visando estudar as condições de operação ótima e conjunta do sistema, sob os aspectos de comportamento da área em estudo e estimativas da geração de renda e de emprego, no intuito de obter valores que darão suporte no processo de decisão no tocante ao gerenciamento mais adequado na produção agrícola.

Os resultados apresentam total viabilidade técnica na aplicação do modelo para a maximização dos benefícios em análise e no fornecimento de subsídios para o gerenciamento ótimo de setores agrícolas.

CABRAL, Wendel Silva. *Impact and viability of the use of conservationist handlings in family agriculture around Epitácio Pessoa Dam*. Universidade Federal de Campina Grande, Post-Graduation in Civil and Environment Engineering Program. 2010. p. 94.

ABSTRACT

The process of obtaining new agricultural methodologies with the objective of accelerating the food production to assist the population growth proceeds in the sense, among others, of maximizing the productivity and the profit. That's the importance of researches on mechanisms that result in a sustainable balance among financial, social and environmental aspects. Within this context, the optimization models can provide a better solution for the processes that take place in a specific productive sector. This research has the objective of comparing the conventional and organic agriculture, based on the confrontation of economic benefits (liquid revenue). The comparisons were conducted under the injunction of several hidro-climatic, economic and cultural scenarios (plantation practices), using CISDERGO as a mathematical and computational tool.

The application of the model was in an agricultural area of the municipal district of Boqueirão in Paraíba, located in the microrregion of the oriental Cariri with a territorial area of 425 km². Tests were conducted using scenarios and two analyses situations (conventional and organic handling) with the objective of studying the optimum operation and the combined conditions of the system. Aspects regarding the behavior of the area in study and estimates of the income and employment generation were analyzed, seeking to obtain values that will give support in the decision making process concerning the most adequate management for the agricultural production.

The results demonstrated a total technical viability for the application of the model for the benefits maximization in analysis and for the subsidies supply for the optimum management agricultural sectors.

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional no mundo teve como consequência mais imediata, a necessidade de investimentos em novas técnicas de produção para o atendimento de uma demanda cada vez maior por bens e serviços. O processo de obtenção de novas metodologias agrícolas, com o intuito de acelerar a produção de alimento para atender tal crescimento, seguiu na mesma magnitude da despreocupação na preservação do meio ambiente.

Na agricultura convencional, devido à necessidade de produzir mais em menos tempo, faz-se uso de produtos inorgânicos e técnicas totalmente voltadas para aquisição de lucro e que danificam o meio ambiente. Para Bonilla (1992), a Revolução Verde busca a maximização da produtividade e do lucro. As práticas utilizadas para atingir esse fim são: cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizantes sintéticos altamente solúveis, controle químico de pragas, doenças agrícolas e manipulação genética de plantas cultivadas.

Entretanto, outro sistema de produção agrícola que enfatiza o uso e a prática de manejo em oposição ao uso de elementos estranhos ao meio rural desenvolvida para se contrapor aos procedimentos tradicionais, a chamada agricultura orgânica, contempla a preocupação com a saúde dos seres humanos, dos animais e das plantas. Entende-se que seres vivos saudáveis são frutos de solos equilibrados e biologicamente ativos, implicando adoção de técnicas integradoras e apostando na diversidade de culturas.

A preocupação com os impactos ambientais cresce à medida que o uso desordenado e excessivo de contaminantes vem causando efeitos nocivos ao ecossistema. Podem ser citados a presença de resíduos no solo, na água, no ar, nas plantas e animais. Além da contaminação do meio ambiente, estes resíduos podem chegar ao homem através da cadeia alimentar e ocasionar danos à saúde (EDWARDS, 1973).

Além do impacto causado ao meio ambiente, outras características bastante significativas diferenciam os dois manejos já citados. Dentre elas destacam-se as receitas líquidas oriundas dos dois processos de produção, suas diferenças, vantagens e desvantagens, além do fator social no tocante a mão de obra aplicada, isto é, o número de empregos gerados.

Desta forma, a importância do estudo com relação às diferenciações através de comparações tanto financeiras, no impacto causado ao agroecossistema, quanto aos

benefícios sociais, reside no fato de que há a necessidade de buscar indicadores que maximizem os benefícios e minimizem perdas, para fins de planejamentos adequados e/ou implantação de uma política de gerenciamento.

O interesse em estudar técnicas de otimização para o planejamento em todos os setores produtivos tem aumentado significativamente nos últimos anos, principalmente por causa da preocupação crescente com o impacto de gestão e administração errôneas de empresas e de diferentes organizações. Segundo Alencar et al. (2009), a necessidade da utilização do uso dos insumos, ou seja, dos recursos naturais - como água, solos, adubos e defensivos (químicos ou orgânicos), dentre outros - é fundamental, sendo necessária a utilização de técnicas que melhor se harmonizem com as políticas de gestão ambiental, visando à maximização dos benefícios sócio-econômicos e ambiental.

Os principais métodos aplicados nos modelos de otimização são a programação linear, programação não linear e a programação dinâmica. Tem-se observado na literatura várias aplicações de programação linear em diversos setores, inclusive em sistemas de produção agrícola, considerando cultivo único ou múltiplos, submetidos ou não a programas de irrigação específicos (TRAVA et al., 1977; MATANGA e MARIÑO, 1979; NEVES et al., 1984; TSAI et al., 1987; BERNARDO et al., 1988; MANNOCCHI e MECARELLI, 1994; DANTAS NETO, 1994; OLIVEIRA e LANNA, 1997; CURI e CURI, 1998; CARVALHO et al., 2000 e RODRIGUES et al., 2000).

Dentre os modelos matemáticos voltados para análises no meio agrícola citados na literatura destacamos o CISDERGO, que é um programa de otimização baseado em programação linear recursiva, desenvolvido no ambiente MATLAB, destinado a maximizar múltiplos benefícios ou objetivos relativos ao uso da água resultante da operação de um reservatório, poços e rios em conjunção com o planejamento ou gerenciamento de perímetros irrigados (CURI e CURI, 2001).

Para o sucesso na geração de diferentes cenários possibilitando a análise dos mesmos, é necessária a obtenção realista de alguns parâmetros que influenciam as relações do meio em estudo. Os parâmetros mais importantes que devem ser adquiridos para esse fim, são a origem e a disponibilidade da água a ser captada, demandas de água, sistemas de irrigação, conjunto motor-bomba, inserção de agrotóxicos, insumos, tipos de cultura, cotas, enfim, um conjunto de dados físicos, sócio-econômicos, ambientais e técnico-operacionais que, normalmente, o projetista dispõe para analisar e projetar o sistema.

Dentro deste contexto os modelos de otimização podem vir proporcionar uma melhor solução para os processos que ocorrem em diversos setores produtivos, possibilitando, de

maneira rápida e precisa, tomar decisões acerca das melhores implicações relativas a encaminhamentos na produção que sejam importantes no sentido de promover o equilíbrio do sistema, prevenção de danos ambientais, obtenção de sucesso sócio-econômico e na busca da sustentabilidade.

Assim sendo, nos últimos anos muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o uso de modelos matemáticos computacionais. Porém, pouco são os trabalhos que apresentam estudos acerca dos benefícios ou objetivos relativos à implantação ou melhoramento da operação de um ou mais perímetros irrigados em função das práticas agrícolas adotadas. Menos ainda são os trabalhos que envolvam comparações entre a agricultura convencional e a orgânica, tendo como base de comparação os benefícios econômicos (receita líquida) e os benefícios sociais (geração de emprego) e ambientais (manejo do solo, uso de agroquímicos e impactos ambientais).

CAPITULO II

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo comparar, em termos de agricultura familiar, a agricultura convencional e a orgânica, tendo como base de comparação os benefícios econômicos (receita líquida), os benefícios sociais (geração de emprego) e ambientais (uso dos recursos naturais e insumos e práticas danosas ao meio ambiente). As comparações serão realizadas sob a injunção de diversos cenários hidro-climáticos, econômicos e culturais (práticas de plantio), tendo como ferramenta matemática e computacional o CISDERGO.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Discutir as diferentes respostas geradas através do modelo matemático CISDERGO, a partir das análises entre as informações introduzidas no software, como os dados de entrada e os cenários agrícolas criados;
- ✓ Avaliar como o sistema se comporta, em termos de operação ótima, quando se utiliza funções multiobjetivo que priorizem, não só os benefícios econômicos, mas, também, os sociais, ambientais, além das condições de equilíbrio entre eles;
- ✓ Avaliar as alterações na resposta do sistema quanto a mudanças das prioridades estabelecidas, das possíveis condições e dos diferentes cenários propostos para cada manejo;
- ✓ Avaliar sob que condições os benefícios financeiro, social e ambiental, através da maximização das receitas líquidas, da mão de obra (geração de emprego) e a minimização dos impactos ambientais (utilização de insumos e práticas danosas ao meio ambiente), respectivamente, resultarão em melhores resultados;

- ✓ Determinar e discutir os melhores resultados, soluções e as devidas implicações em todas as análises e comparações executadas entre as práticas conservacionistas e as convencionais;
- ✓ Fornecer alternativas de gestão para as condições apresentadas no estudo com os respectivos efeitos para cada uma das alternativas;
- ✓ Verificação da diferença entre os manejos estudados, a partir da introdução de índices de redução de produtividade e acréscimo nos custos com mão-de-obra na agricultura orgânica, na busca dos melhores benefícios.

CAPITULO III

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – AGRICULTURA CONVENCIONAL

A prática deste tipo de agricultura, possibilitada pela “revolução verde”, intensificou-se após a segunda guerra mundial quando houve a necessidade na produção de alimento em larga escala, deixando em segundo plano a preocupação com a conservação do meio ambiente e a qualidade nutricional dos alimentos.

A agricultura convencional (*conventional farming* ou *conventional agriculture*) baseia-se na aplicação de tecnologias e técnicas que visam à maximização tanto da produção agrícola quanto dos lucros, por meio da transferência da filosofia de produção industrial para o campo. Assim, como uma indústria, procura-se homogeneizar ao máximo o ambiente agrícola e as culturas.

Fundamenta-se no uso de diversos tipos de insumos, tais como: inseticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes e prática da irrigação, dentre outros. Entretanto, para sua sustentabilidade é essencial que a utilização desses insumos não comprometa a qualidade do meio ambiente (MATOS et al., 2003).

Os insumos agrícolas utilizados são na sua maioria derivados direta ou indiretamente do petróleo, que resultam num alto custo energético para sua obtenção, ocasionando um balanço energético negativo, ou seja, a energia produzida pela cultura é menor que a energia gasta para sua produção (REVISTA REPORTAGEM, 2003).

Assim sendo, o agricultor está sempre dependendo das grandes empresas, seja para comprar sementes, fertilizantes, inseticidas, herbicidas, etc. sem contar com os atravessadores, no momento da comercialização. Dessa forma, o agricultor a quem cabe todos os riscos inerentes ao processo da agricultura, acaba ficando com a menor parcela dos lucros.

Além disto, a prática do referente manejo baseadas na química-mecanização gera alimentos com índices nutricionais significativamente inferiores aos produzidos de maneira ecologicamente equilibrados e apresenta um quadro social menos atraente, pois não valoriza práticas tradicionais visando a não condução de padrões tecnicamente auto-reprodutíveis de desenvolvimento local, conseqüentemente, não possibilitando o surgimento de frentes de trabalho em detrimento à utilização de todo um aparato mecânico no processo produtivo.

Este sistema favorece o aparecimento de pragas, doenças e ervas invasoras, fazendo com que o agricultor tenha que utilizar agrotóxicos para conseguir produzir. Método que também provoca rápida perda de fertilidade do solo, pois facilita a erosão, reduz a atividade biológica e esgota a reserva de alguns nutrientes.

Segundo Gliessman (1990), o grande problema é que todas as práticas da agricultura convencional tendem a comprometer a produtividade futura em favor da alta produtividade no presente.

Estudos apresentam um esgotamento do modelo da revolução verde através de um acentuado declínio da produção agrícola mundial, onde um dos principais componentes dessa desaceleração foi à degradação ambiental, principalmente com perda de matéria orgânica e contaminação das águas utilizadas para a irrigação (REVISTA REPORTAGEM, 2003).

Contudo, para se contrapor a esta tendência no processo de obtenção de alimentos surge mecanismos ecologicamente responsáveis, economicamente viáveis e socialmente justos.

Diante de todos os avanços concebidos pelo modelo convencional e das agressões provocadas na natureza, que colocam em risco o bem estar dos seres vivos, os produtores dispõem de alternativas sustentáveis. Com baixo investimento, as tendências baseadas na agricultura alternativa ganham força nesse novo modo de pensar e agir (ZAMBERLAM e FRONCHETI, 2007).

3.2 – OS IMPACTOS DOS AGROTÓXICOS

A agricultura atual é caracterizada pelo uso de novas técnicas e equipamentos, elevação do número de pesquisas agronômicas e o uso de uma diversidade de insumos, como agrotóxicos e fertilizantes. Os agrotóxicos, também denominados de pesticidas ou praguicidas, são atualmente responsáveis pelo comércio de bilhões de dólares em todo o mundo (MOREIRA et al., 2002).

A intensificação do uso de agrotóxicos em terras agricultáveis tem despertado grande preocupação devida, principalmente, aos impactos que vem causando ao ambiente e a saúde humana, sobretudo no que diz respeito à sua contaminação por substâncias químicas que são aplicadas com o objetivo de aumentar a produtividade dos cultivos.

Esses produtos interagem com o solo, a água e o ar, por meio de diversos processos e, uma vez aplicados ao solo, podem ser transportados tanto por escoamento superficial, pela

água da chuva ou da irrigação como por infiltração e lixiviação através do perfil do solo, constituindo assim, em formas de contaminação das águas subterrâneas e superficiais.

A aplicação destas substâncias no meio ambiente provoca um empobrecimento em toda biodiversidade envolvida no local onde for aplicada, causando tanto o enfraquecimento dos sistemas naturais de defesa contra pragas e insetos, quanto na redução da fertilidade do solo, através da eliminação de diversos compostos orgânicos derivados da decomposição de materiais presentes no ambiente.

A diferenciação de um agrotóxico, em função da sua utilização, modo de ação e potencial ecotoxicológico ao homem, aos seres vivos e ao meio ambiente, obedece à seguinte gradação (Tabela 3.1), segundo o Decreto No. 98.816 de 11/01/1990, que regulamenta a Lei Federal nº 7002 de 1989 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

Tabela 3.1 – Gradação toxicológica dos agrotóxicos

CLASSE I	Extremamente tóxicos	Faixa vermelha
CLASSE II	Altamente tóxicos	Faixa amarela
CLASSE III	Mediamente tóxicos	Faixa azul
CLASSE IV	Pouco ou muito pouco tóxicos	Faixa verde

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA.

Além disto, a ação dos agrotóxicos sobre a saúde humana costuma ser deletéria, muitas vezes fatal, provocando desde náuseas, tonteiras, dores de cabeça ou alergias até lesões renais e hepáticas, cânceres, alterações genéticas, doença de Parkinson etc. Essa ação pode ser sentida logo após o contato com o produto (os chamados efeitos agudos) ou após semanas/anos (são os efeitos crônicos) que, neste caso, muitas vezes requerem exames sofisticados para a sua identificação. A Tabela 3.2, apresenta a classificação toxicológica segundo a DL50.

Tabela 3.2 – Classificação toxicológica segundo a DL50

GRUPOS	DL50 (MG/kg)	DOSE MORTAL (*)
Extremamente tóxicos	5	1 pitada - alguma gotas
Altamente tóxicos	5-50	Algumas gotas - 1 colher de chá
Mediamente tóxicos	50-500	1 colher de - 2 colheres de sopa
Pouco tóxicos	500-5000	2 colheres de sopa - 1 copo
Muito pouco tóxicos	5000 ou +	1 copo – litro

DL50 - Dose necessária para matar metade das cobaias testadas.

(*) - Dose capaz de matar uma pessoa adulta.

Fonte: www.geofiscal.eng.br

Existem cerca de 15.000 formulações para 400 agrotóxicos diferentes, sendo que cerca de 8.000 encontram-se licenciadas no Brasil, que é um dos cinco maiores consumidores de agrotóxicos no mundo, com um gasto anual de aproximadamente 2,5 bilhões de dólares nessas aquisições. De acordo com pesquisas realizadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, cerca de 81,2% das frutas e saladas consumidas são contaminadas por agrotóxicos, especialmente a alface, batata, maçã, banana, morango e mamão, sobretudo estes dois últimos, comprometidos em boa parte das amostras.

A Lei de Agrotóxicos nº 7802, aprovada em 1989, proíbe o registro de produtos que possam provocar câncer, defeitos na criança em gestação (teratogênese) e nas células (mutagênese), entretanto alguns produtos, que já haviam sido proibidos, continuam sendo comercializados ilegalmente.

3.3 – AGRICULTURA ORGÂNICA

A intensificação dos impactos da agricultura moderna e suas visíveis conseqüências, em meados de 1980, causaram fortes discussões entre pesquisadores, gestores, além da sociedade, na busca de possíveis soluções na tentativa de diminuir tais seqüelas oriundas das práticas agro-químicas. Como resultados surgiram “novas” alternativas de produção a partir de conceitos de sustentabilidade econômica, social e ecológica.

Segundo Veiga (1994), o desenvolvimento sustentável serviria para manter, a longo prazo, os recursos naturais e a produtividade agrícola; propiciar retorno adequado aos produtores; otimizar a produção com mínimo de insumos externos; satisfazer as necessidades humanas de alimentos e renda e atender as necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais.

Neste contexto, surgiram estratégias agrícolas ou aprimoramentos de técnicas de manejo mais adequados à atual situação de degradação ambiental e da saúde dos consumidores. A agricultura orgânica se enquadra nesta linha de produção, onde visa à recuperação do meio ambiente com preocupação na utilização de seus recursos de maneira a propiciar o bem estar do agroecossistema e ainda gerando condições sócio-econômicos viáveis aos produtores.

Darolt (2001) argumenta que os aumentos das práticas orgânicas são consequência do aumento dos custos da agricultura convencional, da degradação do meio ambiente e da crescente exigência dos consumidores por produtos livres de agrotóxicos.

No sistema de produção orgânica utilizam-se o cultivo múltiplo e a rotação de culturas, pois isso torna a cultura menos suscetível a pragas e patógenos e dificulta o aparecimento de plantas invasoras, devido à diversidade dos organismos do agroecossistema. Utiliza de forma adequada máquinas e implementos agrícolas para não danificar a estrutura e a vida do solo, além de visar, também, o bem estar do agricultor, a preservação da sociedade rural e seus costumes e a auto-suficiência do pequeno agricultor.

O controle de ervas invasoras, pragas e doenças é feito através de controle biológico, com solarização, criação e soltura de inimigos naturais, armadilhas e defensivos naturais. O sistema orgânico requer mais mão de obra, mas a não utilização de insumos como fertilizantes nitrogenados (os mais caros), agrotóxicos, etc., o maior valor agregado aos produtos orgânicos no mercado, quando existentes, e, algumas vezes, produção similar ao do sistema convencional fazem com que o lucro de um produtor orgânico possa ser igual à de um produtor convencional.

De acordo com Paschoal (1990), a agricultura orgânica é um método que visa o estabelecimento de sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados e estáveis, de elevada eficiência quanto à utilização dos recursos naturais de produção e socialmente bem estruturados. São meios produtivos que resultam em alimentos saudáveis, de elevado valor nutritivo e livres de resíduos tóxicos, produzidos em total harmonia com a natureza e com as reais necessidades da humanidade. Devem, também, ser economicamente viáveis.

O que possibilita a segurança total da qualidade dos produtos orgânicos é a existência de um selo oficial de garantia, sendo fornecido por associações de agricultores e firmas acompanhadas de assessoria técnica e controle fiscalizador, anexado ao produto e visível suficiente ao comprador. Procedimento ratificador de todos os processos corretos praticados pelo produtor.

Conforme Darolt (2001), uma propriedade que produzia de forma convencional e deseja ser orgânica, deve passar por um período de conversão para poder receber certificados. Esse período pode durar de doze a trinta e seis meses e o que vai determinar esse tempo é a situação ecológica anterior da propriedade. Durante esse tempo de conversão os produtos não podem ser considerados como orgânicos e normalmente no primeiro ano de conversão ocorre queda de produtividade em relação à produtividade convencional, melhorando a partir do 2º ou 3º ano. Por isso é necessário fazer planejamento de despesas futuras para que não ocorra quebra da unidade de produção durante este período.

É comum dizer que, em princípios, a agricultura orgânica (*organic farming* ou *organic agriculture*) se opõe à convencional, onde tenta sanar os problemas das práticas convencionais. Parece, no entanto, ser conhecimento comum que este tipo de agricultura não pode alimentar o mundo, por não ser tão produtiva quanto à convencional. Entretanto, uma série de discussões põe em cheque esta crença e abre novas perspectivas para agricultura e para a discussão entre modelos agrícolas.

3.4 – LUCRATIVIDADE E PRODUTIVIDADE NA AGRICULTURA ORGÂNICA

Na maioria dos mercados agrícolas desenvolvidos e estabilizados, o produto orgânico é sobre-valorizado, com os produtores recebendo prêmios em relação ao produto convencional. Uma das linhas de pesquisa executada atualmente procura avaliar se a sustentabilidade da produção orgânica é dependente dos prêmios pagos, ou seja, se sua viabilidade só é possível enquanto o mercado praticar essa remuneração extra pelo produto.

Pesquisas revelam que os sistemas orgânicos alcançariam maior lucratividade que a agricultura convencional sob certas condições, sem o pagamento de prêmios, das quais se destacam a de que os produtores pudessem realizar custos de produção menores; quando o rol de culturas adotado em rotação no sistema orgânico conseguisse um lucro líquido maior que o rol adotado no sistema convencional ou quando praticado em regiões mais secas ou em períodos mais secos do ano, pois os sistemas orgânicos apresentam maior resistência à seca e, conseqüentemente, melhor performance mantendo boa produtividade.

Para Sylvander (1998), a diferença de preços entre orgânicos e convencionais vem baixando. Em 1986, os alimentos orgânicos eram entre 35 e 50% mais caros que os similares convencionais, já em 1997 esta diferença baixou para cerca de 30%. Os preços mais elevados dos produtos orgânicos são essenciais para que o produtor orgânico consiga uma renda final similar aos produtores convencionais (LAMPKIN e PADEL, 1994).

Sendo um dos atrativos do manejo orgânico, o que viabiliza economicamente esse sistema é o preço obtido na venda dos produtos em mercados diferenciados. Segundo Carmo e Magalhães (1999), a agricultura orgânica tem se apresentado muito mais como uma eficiência de mercado do que uma eficiência técnica (volumes, diversidade e constância de produção).

Desde a produção até a comercialização, verifica-se preços diferenciados dependendo do processo de aquisição e da qualidade deste produto por parte dos consumidores. A Figura 3.1, mostra que o preço final ao consumidor costuma variar conforme o local de compra e o tipo de produto adquirido.



Figura 3.1 – Canais e margens de comercialização de produtos orgânicos. Fonte: Darolt (2000)

Além disso, o elevado preço destes produtos ainda está relacionado com a baixa escala de produção orgânica, o que implica maiores custos (mão-de-obra; insumos) por unidade de produto, no custo da embalagem para diferenciar produto orgânico do convencional, na desorganização do sistema de produção (falta de planejamento) e do processo de comercialização. Depois, em função da falta de pesquisa, existem maiores riscos e a necessidade de experimentação do agricultor, como também devido a custos adicionais com o processo de certificação e perdas econômicas durante o processo de conversão.

Ao adotar o manejo orgânico ao convencional, o produtor se depara com uma significativa redução na produtividade causada por uma readaptação do ecossistema e toda mudança na biodiversidade que o processo requer. Conforme Santos e Santos (2008), no

sistema orgânico, há um decréscimo de 30% na produtividade em relação ao manejo convencional, tendendo a zero com o tempo, isto é, à medida em que a área cultivada se adapte completamente ao sistema orgânico.

Alguns estudos revelam que a redução dos custos fixos e variáveis compensa alguma redução de produtividade no sistema orgânico, com os produtores obtendo margens líquidas comparável ou alguma coisa menor que qualquer cultivo convencional. Outros apontam que a redução dos custos com fertilizantes e agrotóxicos não são suficientes para compensar a perda de produtividade e o incremento do uso de mão-de-obra nos sistemas orgânicos

De acordo com pesquisas realizadas pelo Instituto de Economia Agrícola - IEA, de São Paulo, o feijão das águas apresenta um custo operacional total no sistema orgânico de 27% superior, por saca produzida, ao custo do sistema convencional. A mão-de-obra teve participação praticamente igual na composição do custo total nos dois sistemas, em torno de 17,7%. Para a cultura do milho, os dados revelam que o sistema convencional teve custo operacional 77% superior, comparado ao do sistema orgânico, por saca produzida. Apesar disso, a mão-de-obra representou 23% do custo total no sistema convencional e 29,8% no sistema orgânico.

Fatores como clima, cultura, tipo de solo, dentre outros, além de diversos tratamentos na produção e na pós-colheita afetam a oferta e qualidade dos produtos orgânicos e influenciam diretamente a rentabilidade da atividade que causam variações nos sistemas analisados, ocasionando dificuldades para estabelecer um sistema mais vantajoso, nos estudos baseados em comparação.

Os estudos consideram, ainda, que existem ganhos não econômicos associados à agricultura orgânica, que justificariam, portanto, sua adoção pelos agricultores, a elaboração de políticas de promoção pelos governos e a preferência e prática de consumo desses produtos no mercado. Dentre os principais ganhos, chamam a atenção a eliminação do uso de insumos químicos que promovem danos à saúde; a redução da perda de solo e o aumento de sua qualidade, pela adição de matéria orgânica; a redução da perda de nutrientes no sistema por translocação; e a redução do uso de pesticidas, que favorecem a fauna silvestre e o aumento da diversidade de plantas associadas aos sistemas orgânicos.

Os poucos dados e informações atualmente disponíveis na literatura, além da variabilidade existente entre os diversos sistemas de produção, efetivamente coíbem uma conclusão sobre o binômio produtividade e lucratividade dentro dos sistemas orgânicos de produção. Encontramos, hoje, pesquisas que concluem favoravelmente e negativamente ao sistema orgânico.

Desta forma, são necessários mais pesquisas comparativas entre os sistemas convencional e orgânico que determine se, e em que condições, um sistema de produção pode ser superior ao outro.

Entretanto, observa-se um elevado grau de conscientização em toda a cadeia produtiva, comercial e nos consumidores. Fatores que, somados, consolidam e impulsionam o mercado de produtos orgânicos nos diversos setores. Portanto, embora a produtividade tenha uma significativa redução, principalmente nos primeiros anos de cultivo, diversos benefícios de bastante relevância, justificariam uma mudança no processo produtivo agrícola.

3.5 – MODELOS DE OTIMIZAÇÃO

Modelos de otimização são técnicas que auxiliam no planejamento de um determinado sistema, abordando a maximização da eficiência de algum indicador de benefício do mesmo ou a minimização de possíveis impactos indesejáveis oriundos dos processos que integram o sistema em estudo. Isto é, o uso desta técnica induz ao analista a escolha de uma alternativa ótima, perante diversas.

Em geral, o modelo de otimização é constituído por uma função objetivo, em que se deseja maximizar ou minimizar as variáveis de decisão, e de funções de restrição, que definem quais leis matemáticas as variáveis de decisão devem obedecer, determinando assim, uma região viável de ação para as variáveis de decisão (SANTOS, 2007).

É através das restrições que se pode definir um modelo matemático que integre os vários aspectos sócio-econômicos, ambientais e técnico-operacionais do sistema. Como também, é através da função objetivo que pode-se maximizar, segundo o seu grau de atratividade, indicadores de sustentabilidade, eficiência e/ou desempenho do problema relacionado a uma área a ser analisada, permitindo-se, assim fazer uma aferição do resultado. Num problema multiobjetivo pode-se, ainda, ter objetivos diferentes, e até contraditórios, que devem ser otimizados.

Segundo Simonovic (1992), a função objetivo de um problema de otimização representa uma forma de valoração do nível de desempenho obtido por mudanças específicas num conjunto de variáveis de decisão, as quais definem como um sistema está para ser operado. Muitos aspectos podem ser inseridos em sua definição, como:

- ✓ custos e prejuízos;
- ✓ lucros, benefícios diretos ou indiretos;
- ✓ indicadores econômicos e de desenvolvimento;

- ✓ funções estritamente matemáticas, como erros e desvios, calibração de parâmetros de modelos;
- ✓ indicadores sociais; etc.

Wurbs (1996) estabelece que o coração do modelo de otimização é sua função objetivo, a qual representa uma medida de desempenho do sistema. Ros e Barros (2003) concluíram que a escolha da função objetivo a ser otimizada interfere na política de operação e deve ser definida com cuidado.

De acordo com Santos (2007), uma função objetivo de um determinado modelo está sujeita a restrições. As restrições, representadas também por expressões matemáticas, têm a finalidade de forçar o modelo de otimização a obedecer a leis físicas, exigências operacionais, sócio-econômicas e políticas, entre outras.

Tomando como exemplo, a agricultura irrigada apresenta diversas restrições tanto de ordens físicas, como operacionais. Entre as restrições físicas pode-se destacar: a área a ser irrigada em cada unidade de produção ou perímetro, a vazão a ser captada para a unidade de produção ou perímetro e a não negatividade das variáveis. Com relação às restrições de ordem operacional estão relacionados: os critérios agrônômicos e de mercado.

No caso de reservatórios, as restrições típicas, por exemplo, envolvem a equação de conservação da massa; descargas máximas e mínimas; limitações técnicas e operacionais de equipamentos hidro-mecânicos; obrigações contratuais, legais e institucionais (SANTOS, 2007).

A programação matemática, ferramenta pela qual fundamenta os modelos de otimização, apresenta como as mais usuais técnicas otimizantes, a programação linear (PL), onde suas funções objetivos e restrições se alinham de maneira linear, a programação não linear (PNL) quando se apresenta funções não lineares, a programação dinâmica (PD), cuja aplicação se enquadra quando o problema envolve um processo de decisão sequencial em vários estágios, além dos métodos heurísticos (Algoritmos genéticos, redes neurais, lógica fuzzy, etc.).

A escolha da técnica a ser usada depende da forma e propriedades matemáticas da função objetivo e restrições (MATEUS e LUNA, 1986; DAHLQUIST e BJORCK, 1974).

Cada uma dessas técnicas pode ser resolvida de forma determinística ou estocástica, implícita ou explícita. A otimização determinística utiliza como variáveis de entrada, séries históricas, dados observados (as condições hidrológicas) são perfeitamente conhecidas; a otimização estocástica implícita utiliza como variáveis de entrada séries geradas

sinteticamente ou por métodos de previsão, ou seja, com base na série histórica; a otimização estocástica explícita utiliza na formulação da otimização procedimentos estocásticos aplicados à série histórica original como variável de entrada (a otimização é realizada sem a presunção do perfeito conhecimento de eventos futuros) (ROS e BARROS, 2003).

3.6 – PROGRAMAÇÃO LINEAR

Apesar de suas funções objetivos e restrições se alinharem de maneira linear, problemas com variáveis não-lineares podem fazer parte de uma análise através deste tipo de programação. Para isso, técnicas de linearizações são aplicadas acarretando numa adequação das funções não-lineares possibilitando o uso destes no processo em análise a partir da PL.

A técnica da programação linear permite diversas aplicações nos mais diferentes sistemas, onde se busca uma solução ótima para determinados interesses através de valores ótimo globais e de análises de sensibilidade do processo em estudo.

Uma das técnicas de otimização mais conhecidas, desenvolvidas e utilizadas no mundo acerca de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, a Programação Linear consiste numa disposição unidimensional entre variáveis, traduzidas pelas equações que caracterizam o problema, isto é, quando todas as funções, que consistem em objetivos e restrições, são lineares. Tais disposições, através de uma grande flexibilidade de adaptação, levam a análises que resultam numa solução ótima global possibilitando soluções ideais para determinados sistemas em estudo.

Carvalho et al. (2000) selecionaram culturas e os meses de plantio que proporcionassem a maximização da renda do agricultor e da utilização de recursos hídricos do perímetro irrigado do Gorutuba, utilizando-se um modelo de programação linear, cuja função objetivo visou maximizar as receitas líquidas mensais em função da área cultivada com as culturas normalmente utilizadas na região.

Kuo et al. (2003) fizeram um estudo de comparação de três técnicas de otimização para o planejamento de um projeto de irrigação. Essas três técnicas são aplicadas para o planejamento de um projeto de irrigação de 394,6 ha na região de Delta, Utah, para otimização de benefícios econômicos, simulação da demanda de água, e estimativa da porcentagem da área irrigada.

Em sistemas complexos, onde se apresenta um grande número de variáveis, funções objetivo e restrições, a utilização da PL possibilita um melhor entendimento dos resultados

originados devido ao emprego de pacotes computacionais como o Simplex, Excel, Minus, dentro outros.

Dantas Neto (1994) apresentou, em sua tese de doutorado, um trabalho sobre modelos de programação linear que teve como objetivo desenvolver e comparar dois sistemas de 16 equações matemáticas baseados na resposta das culturas a água. Para tal, empregou-se a formulação padrão da programação linear, utilizando dois modelos, onde um considera a lâmina de água fixa e o outro as lâminas de água alternativas. A função objetivo utilizada neste trabalho foi à maximização da receita líquida de projeto e as restrições utilizadas foram às limitações de área, água e produção das culturas.

Valores máximos, mínimos, resultados que possibilitam planejamentos e operações ideais, garantias, além de quantificar determinados impactos em sistema de múltiplas funções, restrições e limitações, são obtidos através deste conjunto de técnicas e pacotes computacionais no processo de otimização.

Mohan e Raipure (1992) desenvolveram um modelo de programação linear multiobjetivo para ser aplicado em um sistema de 5 reservatórios, denominado Sistema Chaliyar, localizado em Kerala, na Índia. Os objetivos do modelo são as maximizações do fornecimento de água para irrigação e da produção de energia hidrelétrica, sujeitos às limitações físicas, às restrições ambientais e à garantia da continuidade do armazenamento.

Righetto e Guimarães Filho (2003) apresentaram um estudo preliminar da operação dos reservatórios Cruzeta e Armando Ribeiro Gonçalves, RN, via programação linear, no sentido de verificar a magnitude de oferta hídrica destes reservatórios quando se dispõe de vazão firme proveniente de fonte exógena.

Feiring et al. (1998) aplicaram um modelo de programação estocástica em um sistema de fornecimento de água para irrigação e geração de energia. O ponto ótimo do sistema foi encontrado através da PL e a solução obtida através de decisões em múltiplos estágios. Essa aproximação permite que variáveis aleatórias sejam incorporadas nos problemas de programação linear.

Crawley e Dandy (1993) apresentaram e aplicaram um modelo determinístico de PL para planejamento e operação mensal do sistema de reservatórios que abastece a cidade de Adelaide, Austrália, visando à minimização dos custos de bombeamento sujeito à manutenção de níveis de armazenamento nas represas.

3.7 – ANÁLISE MULTI OBJETIVO

A análise multiobjetivo possibilita, através da quantificação dos procedimentos e do método adotado no momento decisório a partir dos múltiplos objetivos presentes no estudo, uma discussão acerca de prováveis soluções indicados pelo modelo de otimização utilizado.

Conforme Braga e Gobetti (2002), hoje em dia o processo decisório na área de recursos hídricos envolve múltiplos objetivos e múltiplos decisores, estabelecendo conflitos de interesses entre grupos de visões distintas acerca de metas a serem adotadas no planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Diversas variáveis juntamente com as devidas restrições, físicas, operacionais, sociais, em fim, possibilita ao analista um universo de possíveis soluções ótimas na implementação das técnicas de um modelo de otimização. Propicia a discussão de mais de uma alternativa adequada para o sistema de produção em estudo, podendo causar o embate no processo de decisão do mesmo, provocando diferentes visões no gerenciamento e planejamento de determinado processo produtivo.

De acordo com Santos (2007), na análise multiobjetivo não existe um ótimo global, como na busca do máximo ou mínimo de uma função, e sim um conjunto de ótimos que satisfazem, de formas diferentes, os diferentes objetivos envolvidos na análise.

Segundo Cohon e Marks (1975), a análise multiobjetivo divide-se em três técnicas, dependendo da natureza do problema e da forma em que são utilizadas as preferências do decisor, onde dependendo da complexibilidade do sistema ou da necessidade do projetista, utiliza-se uma técnica ou outra.

As técnicas citadas são as que geram o conjunto de soluções não dominadas, cujas soluções multiobjetivo são as que não pode ser melhorada em um objetivo sem modificar um ou outros, em que também não são consideradas no processo as preferências do decisor, tratando-se somente com as restrições físicas do problema. Ainda com relação a esta técnica, destacam-se como os métodos mais utilizados, o das ponderações, das restrições e algoritmos genéticos multiobjetivo.

Outras técnicas requerem a utilização de uma articulação antecipada das preferências e solicitam, anteriormente a resolução do problema, a opinião do decisor a respeito das trocas possíveis entre os objetivos e dos valores relativos destes. Um ou outro conjunto de técnicas utilizam uma articulação progressiva das preferências, onde têm a característica de perguntar ao decisor, assim que uma solução é alcançada, se o nível atingido de atendimento dos objetivos é satisfatório e, no caso negativo, o problema é modificado e resolvido novamente.

3.8 – CISDERGO

Este modelo desenvolvido por Curi e Curi (2001) utiliza como técnica de programação matemática a programação linear recursiva, isto é, leva em consideração a natureza não linear do problema de forma sequencial, busca soluções ótimas para o gerenciamento e planejamento para fontes hídricas tanto superficiais quanto subterrâneos, além de subsidiar decisões adequadas de um ou mais sistemas de produção agrícola.

O *Cropping and Irrigation System Design with Reservoir and Groundwater (Optimal) Operation – CISDERGO*, desenvolvido no ambiente MATLAB, tem como objetivo maximizar diversos benefícios relativos à implantação ou melhoramento da operação de um ou mais perímetros irrigados, como também, a minimização de possíveis impactos (perdas) oriundos do setor, a partir de dados físicos, sócio-econômicos e ambientais disponibilizados do sistema agrícola em análise.

O programa permite a otimização do uso e operação da água captada de um reservatório, poços ou rios, os usos de vários sistemas de motobombas levando-se em consideração suas características, permite a inclusão de várias áreas a diferentes cotas no perímetro irrigado juntamente com suas limitações físicas e operacionais, realiza também uma análise da salinidade e da concentração de sal da água que possa promover uma alteração na produtividade da cultura, a partir da necessidade líquida para lixiviação e incorporada à necessidade líquida das culturas.

O CISDERGO permite, ainda, uma mudança da função objetivo e a inserção de novas limitações de recursos, em fim, todo um arcabouço de informações que dará suporte ao processo decisório ao projetista.

O modelo está relacionado com o desenvolvimento de uma metodologia que considera esta análise integrada e que permite a maximização dos benefícios econômicos de uma seleção apropriada de culturas por unidade de produção cujas extensão de suas áreas irrigadas, tipos de irrigação, lâminas de rega ou vazões aduzidas dos poços ou reservatório, sistemas de bombeamento utilizados sejam objeto de determinação.

Ainda para ser mais flexível, o modelo permite a inclusão de outros tipos de funções objetivos para incorporar outros tipos de maximização de benefícios (por exemplo, a mão-de-obra, uso de um determinado equipamento ou produto, etc.) ou minimização de perdas (por exemplo, gasto com insumos, etc.) (CURI e CURI, 2001).

O modelo por se tratar de uma otimização multiobjetivo possibilita ao projetista efetuar diversas análises e obter uma carga de informações precisas acerca das ações

necessárias a operação adequada do sistema, com o intuito de se obter os melhores resultados possíveis dos processos produtivos.

3.9 – BENEFÍCIOS DERIVADOS DO CISDERGO

Dentre os mais variados objetivos da utilização deste programa de otimização, destaca-se a obtenção das vantagens financeiras (lucro líquido). O cálculo da receita líquida gerada devido à escolha apropriada da dimensão de áreas irrigadas para cada tipo de cultura, a partir da renda bruta obtida com a venda dos produtos agrícolas, dos custos de produção anuais, dos custos de bombeamento, do custo da água e da atualização monetária, possibilita um planejamento apropriado às condições reais, e consequentemente, auxiliando no processo decisório na análise da viabilidade da implantação e manutenção dos sistemas.

Outros fatores de relevante importância são os impactos sócios-econômicos (geração de emprego) procedentes deste estudo, além dos indicadores ambientais envolvidos do processo produtivo.

Segundo Curi e Curi (2001), muitas vezes o fator social que pode, como exemplo, ser considerado aqui em termos de número de empregos gerados, é mais importante que o lucro líquido, principalmente, sob o aspecto político numa zona semi-árida como o nordeste brasileiro. Portanto, relações expressando outros benefícios associados às áreas cultivadas podem ser inseridos no problema de forma a fornecer certa flexibilidade de possíveis opções ao engenheiro analista ou projetista do sistema.

Os possíveis efeitos ambientais, como o acúmulo de sais dissolvidos no solo onde uma necessidade de lixiviação se dará dependendo da tolerância de cada cultura, além de substâncias químicas provenientes de agrotóxicos que possam poluir o solo e fontes hídricas presentes no ambiente, são contemplados nas análises realizadas na aquisição das soluções ótimas em um perímetro irrigado.

CAPITULO IV

MODELO UTILIZADO

4.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

O modelo de otimização utilizado na análise da área irrigada em estudo, foi desenvolvido por meio de técnicas de programação linear recursiva, isto é, leva em consideração a natureza não linear do problema de forma recursiva, desenvolvido no ambiente MATLAB 6.5, com o Método dos Pontos Interiores. O software apresenta uma combinação de um planejamento ótimo dos processos de gestão de um sistema de produção agrícola e das características dos modelos determinísticos de operação, também ótima, de fontes de água superficiais e subterrâneas, via uma análise multiobjetivo.

Além de adicionada algumas funcionalidades, linearizações apropriadas das não-linearidades intrínsecas aos processos de cada um de seus componentes tiveram que ser pesquisadas e implementadas através do uso combinado do Artificio de Linearização por Segmentos e da Programação Linear Seqüencial.

O CISDERGO está relacionado com o desenvolvimento de uma metodologia que considera esta análise integrada e que permite a maximização dos benefícios econômicos de uma seleção apropriada de culturas por unidade de produção cujas extensões de suas áreas irrigadas, tipos de irrigação, lâminas de rega ou vazões aduzidas dos poços ou reservatório, sistemas de bombeamento utilizados sejam objeto de determinação (CURI e CURI, 2001).

O modelo permite ainda a inserção de outras funções objetivo e restrições em suas análises. Neste caso, foi incluso equações matemáticas referentes à maximização da mão de obra, além da minimização dos impactos no meio ambiente, com suas respectivas restrições e limitações físicas, sócio-econômicas e ambientais.

As informações necessárias introduzidas no modelo para a obtenção dos dados que servirão para a apreciação das condições do sistema gerando suporte para a gestão do mesmo, são todos proveniente do local em estudo, das quais destacam-se dados hidroclimáticos (incluindo demandas e fontes hídricas, tipos de captação, etc.), agrários (sistema de bombeamento, características culturais e de solo, dados de projeto de irrigação), sociais, econômicos, ambientais, características físicas, dentre outros.

A otimização é efetuada para cada uma das funções objetivo individualmente e para as duas funções objetivo simultaneamente, com os objetivos ponderados por diferentes pesos, segundo o método dos pesos (BRAGA et al., 1998).

Segundo Curi e Curi (2001), para sintetizar a idéia da concepção do CISDERGO, este foi desenvolvido com as seguintes finalidades:

1. Otimização da operação integrada de um Reservatório, Poços/Rios e Áreas Irrigadas via Programação Linear Recursiva
2. Formulação automática da função objetivo e das equações de restrição
3. Permitir, por perímetro, unidades de produção ou escalas de tempo mensal, anual ou plurianual:
 - 3.a Otimizar funções multi-objetivo
 - 3.b Incorporar outras restrições não implícitas no CISDERGO
4. Permitir a associação entre planos culturais, fontes de água, unidades de produção ou perímetros, sistemas de bombeamento e de irrigação.

4.2 – FUNÇÕES OBJETIVO

Consiste na estrutura real do desempenho de um sistema como uma função matemática de suas variáveis de decisão. Portanto, quando um modelo identifica uma solução ótima para determinados sistemas, os valores correspondentes das variáveis de decisão mais adequadas foram utilizados como dados de entrada na pesquisa operacional, satisfazendo suas respectivas restrições.

As funções objetivo estão sujeitas às equações de restrições do problema, as quais traduzem as limitações agronômicas com suas áreas máximas e mínimas a serem plantadas de cada cultura, além do máximo mensal da área total que pode ser plantada por perímetro, não negatividade das variáveis, operação do reservatório. Restrições físicas do reservatório, dentre as quais, os volumes máximos e mínimos admitidos, capacidade máxima do extravasor), capacidade de transporte de água pelos canais e disponibilidade de água subterrânea (capacidade máxima de vazão mensal que pode ser retirada do lençol freático através do sistema de bombeamento, vazão máxima mensal de cada poço).

O software ainda apresenta, através das equações de restrição, limitações do sistema de bombeamento (vazão mensal média de cada bomba, altura máxima de sucção do sistema de bombeamento, altura máxima de recalque do sistema de bombeamento), além dos limites hidrológicos, econômicos e sociais.

As equações matemáticas representativas dessas limitações serão abordadas na seqüência.

4.2.1 – MAXIMIZAÇÃO DA RECEITA LÍQUIDA

A maximização da receita líquida (RL), que está sujeita às restrições de disponibilidade de água, área a ser irrigada, capacidade de bombeamento, é uma das principais funções objetivo do modelo onde, é obtida através da diferença entre a renda bruta total adquirida com a venda dos produtos gerados e os respectivos custos de produção envolvidos, que envolvem custos de energia para bombeamento, água para irrigação, sementes, herbicidas, trabalho mecânico, mão-de-obra, impostos, adubos, em fim, uma série de variáveis gerada pela escolha apropriada das áreas a serem irrigadas para cada tipo de cultura prevista nos perímetros irrigados. Para tanto, leva-se em consideração: a renda bruta, obtida com a venda da produção agrícola, os custos de produção anual, o custo da água para irrigação e o custo de bombeamento da água.

Portanto, a receita líquida, em (R\$/ano) é dada pela expressão:

$$\text{Max } Rl = \sum_{t=1}^{na} \prod_{l=1}^t (1 + d_l) * a \quad (4.1)$$

onde,

$$a = \sum_{j=1}^{nc} \left(\prod_{m=1}^t (1 + dc_{jm}) \right) * Rb_{jt} - Cp_{jt} - Ca_{jt} - Cb_{jt} \quad (4.2)$$

- nc é o número de culturas;
- na é o número de anos em estudo;
- Rb_{jt} é a receita bruta da cultura j no ano t ;
- Cp_{jt} é o custo de produção da cultura j no ano t ;
- Ca_{jt} é o custo da água usada na cultura j no ano t ;
- Cb_{jt} é o custo de bombeamento de água para a cultura j no ano t ;
- $\prod_{l=1}^t (1 + d_l)$ é o fator de atualização monetária referente a taxa de (inflação) desvalorização;
- d_l da moeda no ano l ;

- $\prod_{m=1}^t (1 + dc_{jm})$ é o fator de atualização monetária referente a expectativa da taxa de crescimento ou decréscimo nos preços;
- dc_{jm} nível da inflação, da cultura j no ano l , que pode ser positiva ou negativa.

4.2.2 – MAXIMIZAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA

Outra função objetivo que será tema de análise nesta pesquisa é a maximização da mão-de-obra proveniente da atividade na produção agrícola nas unidades de produção ou nos perímetros irrigados, cuja função também está sujeito as mesmas restrições agronômicas.

Esta operação é obtida através do número de diárias por hectare por cultura vezes a área plantada por cultura. Tal análise tem o intuito de ser empregada como um objetivo social, no sentido de aumentar a oferta de emprego uma vez que a região é carente de outras fontes de emprego em setores como comércio e indústria.

A mão-de-obra total empregada MO (Hd/ano) requerida nas unidades de produção ou perímetros é obtida por:

$$MO = \sum_{n=1}^{na} \sum_{k=1}^{ni} \sum_{j=1}^{nc} Hdc_{jk}^*(n) * Ac_{jk}(n) \quad (4.3)$$

onde,

- Hdc_{jk} – mão-de-obra, por unidade de área, requerida pela cultura j na unidade de produção ou perímetro k ;

4.2.3 – MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Com a finalidade de analisar e buscar meios de diminuir as agressões ao ecossistema devido aos agrotóxicos utilizados pelos manejos em estudo, outra função objetivo foi contemplada neste trabalho. A minimização do uso de agrotóxicos é expressa por unidade de tempo (período de estudo) e de cultura a ser minimizado é expresso por:

$$(\min) Fnt = a_{nt} \sum_{i=1}^{nc} \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{nf} \sum_{l=1}^{nb} Ben_{im} * Ac_{ijkl} \quad (4.4)$$

onde,

- a_{nt} – coeficiente de escalonamento das variáveis;
- Ben_{itn} – perda da n-ésima função objetivo associado com a cultura i durante a unidade de tempo t;
- t – é a unidade de tempo a ser considerada.

4.2.4 – FUNÇÃO MULTIOBJETIVO

A função objetivo do modelo é representada pela Equação 4.5, a partir das funções matemáticas citadas anteriormente. Através destas funções normalizadas, o modelo permite efetuar a análise multiobjetivo por meio do Método das Ponderações.

$$\min fo = \omega_1 * RL - \omega_2 * MO - \omega_3 * F_{nt} \quad (4.5)$$

onde,

ω_i – coeficiente de ponderação para aferir a importância ou prioridade de atendimento, dada a cada objetivo, $i = 1, \dots, 3$.

4.3 – EQUAÇÕES DE RESTRIÇÕES

A seguir, serão abordadas as principais limitações físicas do sistema, restrições que limitam os valores possíveis das variáveis de decisão.

4.3.1 – CRITÉRIOS AGRONÔMICOS E DE MERCADO

Um dos aspectos mais relevantes deste estudo está relacionados com as restrições físicas da agricultura irrigada. Destacam-se os limites mínimos e máximos de áreas plantadas com cada tipo de cultura, sendo expressa por unidade de produção ou por perímetro. Essa restrição é representada por:

$$Amin_{(ij)} \leq \sum_{k=1}^{nf} \sum_{l=1}^{nb} Ac_{ijkl} \leq Acmax_{(ij)} \quad (4.6)$$

onde,

- $Amin_{(ij)}$ – área mínima plantada com a cultura i na unidade de produção j em ha;
- $Acmax_{(ij)}$ – é a área máxima plantada com a cultura j na unidade de produção j em ha.

$$Amin_{(ip)} \leq \sum_{J \in P} \sum_{k=1}^{nf} \sum_{l=1}^{nb} Ac_{ijkl} \leq Acmax_{(ip)} \quad (4.7)$$

Tal restrição apresenta: P – conjunto de unidades de produção pertencentes ao perímetro p (JCP); $Amin_{(ip)}$ – área mínima plantada com a cultura i no perímetro p (JCP) em há; $Acmax_{(ij)}$ – é a área máxima plantada com a cultura j no perímetro p (JCP) em ha.

4.3.2 – OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Quanto às restrições físicas do reservatório, o modelo deverá garantir que seu volume deverá estar limitado pela sua capacidade máxima e requerimentos. Com relação ao volume mínimo do mesmo, é determinado que:

$$Vrmin_t \leq Vr_t \leq Vrmax_t \quad (4.8)$$

Onde o $Vrmax_t$ é o volume máximo admitido para o reservatório no mês t (m^3) e $Vrmin_t$ é o volume mínimo admitido para o reservatório no mês t (m^3). Por outro lado, para se garantir a sustentabilidade hídrica do sistema, se faz necessário que o reservatório apresente o seu volume final igual ou maior que seu o volume inicial

4.3.3 – DISPONIBILIDADE DE SOLO

Dentre os componentes do sistema hídrico estão às calhas dos rios cujas vazões podem estar limitadas por valores inferiores, indicando requerimentos de regularizações e de vazões ecológicas para saneamento do rio, ou superiores, para o controle de cheias, que podem ser descritas matematicamente por:

$$Qnmin_c(t) \leq Qn_c(t) \leq Qnmax_c(t) \quad (4.9)$$

onde,

$Qnmin_c(t)$ – volume mínima na c -ésima calha de rio no mês t ;

$Qnmax_c(t)$ – volume máxima na c -ésima calha de rio no mês t .

Além destas restrições, o modelo promove ainda o balanço hídrico em cada nó do

sistema n , através da seguinte expressão:

$$\sum Q_{entra_{in}}(t) = \sum Q_{sai_{jn}}(t) \quad (4.10)$$

onde,

$Q_{entra_{in}}(t)$ – representa a i -ésima volume de entrada no nó n , no mês t ;

$Q_{sai_{jn}}(t)$ – representa a j -ésima volume de saída do nó n , no mês t .

As perdas por evaporação e a infiltração nas calhas dos rios são avaliadas através de um coeficiente de perda, que deve ser especificado para o sistema e representa a fração do fluxo que seria perdida durante o percurso na calha do rio.

4.3.4 – LIMITAÇÕES DO SISTEMA DE BOMBEAMENTO

O perímetro em análise é abastecido, dentre outros sistemas, por um conjunto de bombas responsáveis pela adução de boa parte da água do consumo total das áreas irrigadas dos cultivos. Tal sistema apresenta uma limitação imposta pela capacidade de bombeamento, onde, estas podem ser representadas através da seguinte expressão:

$$10 * \sum_{i=1}^{nc} \sum_{j=1}^{mn} \sum_{k=1}^{nf} Q_{irr_{ijkt}} * Ac_{ijkl} \leq Vbmax \quad (4.11)$$

onde,

- $Vbmax_l$ – é a capacidade máxima de volume mensal do l -ésimo sistema de bombeamento em $m^3/mês$;

É realizado o cálculo da vazão máxima com os dados obtidos dos conjuntos locais de bombas (Equação 4.12), com o intuito de se estabelecer os limites superiores desta capacidade de vazão para cada sistema l de bombeamento.

$$Vbmax_l = 3,6 * nb_l * nh_l * Vbcap_l \quad (4.12)$$

Esta equação apresenta o número de bombas em cada conjunto l com capacidades de altura manométrica da água e vazão iguais (nb_l); número de horas mensais médio de trabalho do sistema l de bombas (nh_l); o volume média aduzida de cada bomba no conjunto de

bombas l , em l/s ($Vbcap_l$).

4.3.5 – NÃO NEGATIVIDADE DAS VARIÁVEIS

Foi incluso no estudo, restrições de não negatividade das variáveis da adução da água até os pontos de irrigação. A água utilizada na irrigação é proveniente do reservatório Epitácio Pessoa, e essas restrições são representadas por:

$$Ac_{ijkl} \geq 0, Vext_t \geq 0, Vdef_t \geq 0 \text{ e } nbf_{kl} \geq 0 \quad (4.13)$$

CAPITULO V

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA

5.1 – DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O estudo realizado acerca da otimização dos recursos para os manejos em análises abrange unidades agrícolas no município de Boqueirão estado da Paraíba, localizado na microrregião do cariri oriental e com uma área territorial de 425 km², onde suas coordenadas geográficas são: 7°48' latitude sul, 36°11' de longitude oeste do Greenwich, com altitude média de 420 m (DNOCS, 2007; DNOCS, 1963).

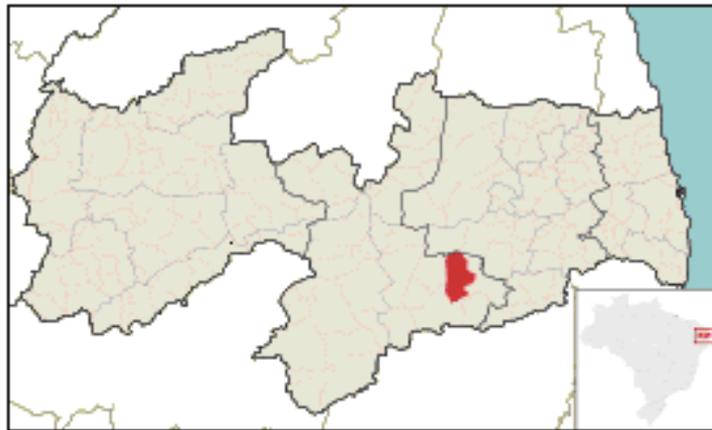


Figura 5.1 – Localização do município de Boqueirão. Fonte: WIKIMIDIA (2009)

A área em estudo, situada a cerca de 45 km da cidade de Campina Grande, possui 186 irrigantes cadastrados com um volume demandado para irrigação de aproximadamente 0,28 m³/s (AIAB, 2008; VIEIRA, 2008; DNOCS, 2007; EMATER, 2008).

A fonte de água que irá suplementar os requerimentos das necessidades hídricas é o açude Epitácio Pessoa, que tem uma demanda de abastecimento urbano de 1m³/s, além de uma demanda de irrigação variável. Além disso, sua bacia de contribuição cobre uma área de 12.410 km², sendo atualmente a sua capacidade de acumulação de aproximadamente 411.686.287 m³ na cota 361 (SEMARH, 2004; DNOCS, 2007).

O lago formado, em sua capacidade máxima, cobre uma área de 2.680 ha. O açude tem como principais finalidades perenizar o rio Paraíba e abastecer d'água a cidade de Campina Grande e cidades próximas.

Como características hidrológicas, a bacia apresenta uma pluviometria média de 661 mm, vazão regularizável bruta de 4,2 m³/s, para uma frequência de garantia de 90%. Além disto, a vazão regularizada líquida é em torno de 2,24m³/s para 90% de frequência de permanência, além de uma lâmina d'água que abrange uma superfície em torno de 2.700 ha (DNOCS, 2007).

O reservatório é composto pelos sistemas adutores de Campina Grande, do Cariri e Canudos, este último atualmente desativado, onde abrange uma população de aproximadamente 506.534 habitantes (SEMARH, 2006), em regiões apenas localizadas no território paraibano.

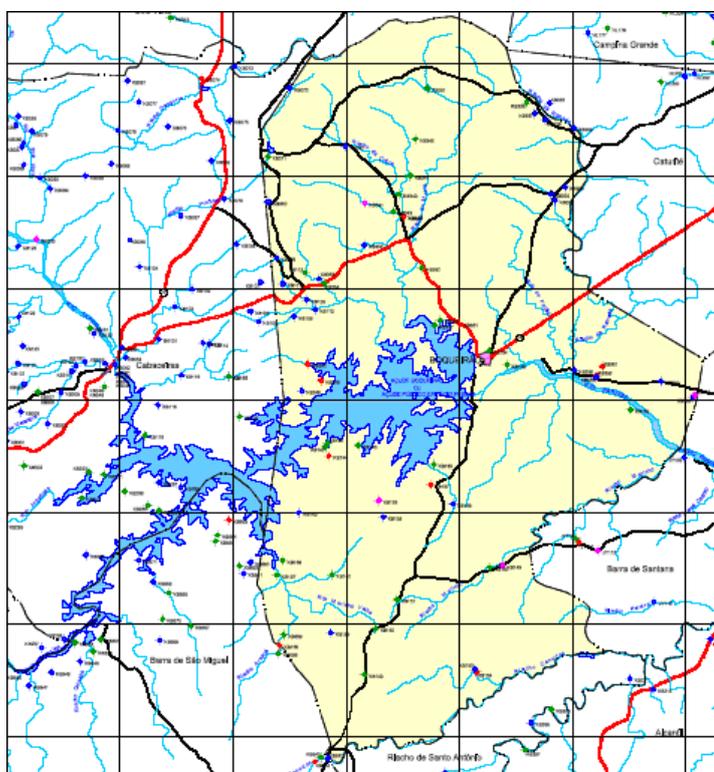


Figura 5.2 – Localização do reservatório Presidente Epitácio Pessoa. Fonte: SEMARH (2006).

5.2 – DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS

Na forma de cenários (Tabela 5.1 e 5.2) e sob duas situações de análises (manejo convencional e orgânico), foram realizados testes visando estudar as condições de operação ótima e conjunta do sistema composto pelo Açude Epitácio Pessoa, áreas irrigadas no município de Boqueirão e as diferentes formas de produção agrícola, sistema convencional e

orgânico, sob os aspectos de comportamento do sistema, estimativas da geração de renda e de emprego, além da utilização de agrotóxicos e adubos químicos.

Tabela 5.1 – Cenários da agricultura convencional.

CENÁRIOS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
ECONOMICO (Receita Líquida)	MAX	0	0	50	50	0	34
SOCIAL (Mão de Obra)	0	MAX	0	50	0	50	33
AMBIENTAL	0	0	MIN	0	50	50	33

MAX – Maximizar; MIN – Minimizar.

Os cenários 1 e 2, considerados para o manejo convencional, descrevem a maximização da receita líquida e da mão-de-obra respectivamente, o C3 efetua a minimização dos defensivos e da adubação química (ambiental), os cenários 4, 5 e 6 atribuem pesos iguais para a maximização de receita líquida e da mão-de-obra, maximização de receita líquida e minimização dos defensivos e adubação química (ambiental) e para a maximização da mão-de-obra e minimização dos aspectos ambientais, respectivamente. Além disto, o cenário 7 (C7) efetua pesos iguais para os três fatores em análise.

No manejo orgânico estipulou-se cinco situações para análises. A descrição dos cenários 1 e 2 indicam a maximização da receita líquida e mão-de-obra, respectivamente. O cenário 3 coloca pesos iguais na receita líquida e mão-de-obra, o C4 apresenta um peso maior no fator econômico, enquanto que 5º cenário efetua um peso maior no aspecto social, conforme mostrados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Cenários da agricultura orgânica.

CENÁRIOS	C1	C2	C3	C4	C5
ECONOMICO (Receita Líquida)	MAX	0	MAX	75	25
SOCIAL (Mão de Obra)	0	MAX	MAX	25	75

MAX – Maximizar; MIN – Minimizar.

5.3 – DADOS DE ENTRADA DO SISTEMA ESTUDADO

Os dados utilizados no estudo foram extraídos de Alencar (2009). O levantamento das informações necessárias para as devidas apreciações foi realizado através de visita ao local em estudo, a produtores orgânicos e mercados consumidores, além da obtenção através de observações e pesquisas de dados disponíveis em outros estudos, como informações hidro-climáticas, agrônômicos e sócio-econômicos.

Os dados meteorológicos, que serviram para calcular a precipitação efetiva disponível

para as culturas mensalmente, foram obtidos através da AESA (2008), para o período entre 1981 a 1990. A Tabela 5.3 apresenta os dados de pluviometria e evaporação da localidade em estudo.

Tabela 5.3 – Dados de pluviometria e evaporação.

ANO	Pluviometria (mm)											
	jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	Set	out	nov	Dez
1981	73,50	21,80	284,50	18,20	13,60	52,10	54,39	0,00	3,80	0,00	9,10	16,00
1982	6,60	97,70	7,20	136,20	59,20	140,20	27,00	37,00	2,30	0,00	0,00	2,80
1983	70,20	117,50	44,00	47,30	43,60	32,40	29,00	30,80	1,00	15,20	0,00	0,00
1984	2,20	0,20	132,00	147,40	121,30	30,50	94,80	56,00	20,60	10,30	5,40	0,60
1985	16,20	228,20	111,20	244,30	30,40	43,80	54,80	36,90	20,60	0,00	4,80	20,60
1986	29,00	131,10	133,60	62,30	17,00	53,20	68,40	61,30	8,60	0,00	0,00	32,40
1987	2,80	2,00	78,00	50,30	8,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	35,40	61,60	126,00	81,80	33,80	33,60	108,30	26,20	6,40	0,00	0,00	30,60
1989	0,00	0,00	62,40	70,80	84,70	59,80	51,70	53,30	0,00	0,00	0,00	33,70
1990	0,00	12,20	0,00	44,50	41,80	38,20	74,90	29,50	42,00	12,30	0,00	0,00
Média	23,59	67,23	97,89	90,31	45,36	48,38	56,33	33,10	10,53	3,78	1,93	13,67
Evaporação (mm)												
Média	147,1	132,5	108,1	88,3	102,5	64,9	73,0	105,1	126,1	153,6	151,2	165,0

Fonte: SUDENE (1990).

Informações referentes às culturas irrigadas exploradas nas determinadas áreas de plantio, além dos métodos de produção, necessárias tanto para a caracterização das mesmas quanto na alimentação do modelo, como: tipo de irrigação, tipo de cultura, coeficiente de cultivo (adaptado para o modelo), produtividade e custo médio de produção (Tabelas 5.7) foram obtidos através do Manual de Orçamento Agropecuários, planilhas disponibilizadas pelo Banco do Nordeste (2008).

As áreas máximas de cada cultivo (Tabela 5.5) foram obtidas através da associação dos irrigantes do município de Boqueirão e da EMATER daquela localidade. A área total de produção é em torno de 1020 ha, na qual consistem 517 ha para o cultivo de verduras e legumes no período de safra e entressafra, e para frutas, é disponibilizado cerca de 503 ha.

Os valores de venda dos produtos apresentados na Tabela 5.5 foram obtidos por meio de consulta a CEASA do estado de Pernambuco abatendo-se 30% do atravessador, onde tais valores são correspondentes aos produtos advindos do manejo convencional (ALENCAR, 2009). Obtido através de pesquisas, adotou-se um fator de conversão de 1,5 para as frutas e 1,25 para as culturas sazonais, isto é, acréscimo de 50 e 25% nos valores dos produtos convencionais das frutas e culturas sazonais respectivamente, representando valores de venda destes produtos cultivados organicamente. Esta majoração é uma média, pois varia de região para região.

Os índices de adubação química (NPK), além dos defensivos (agrotóxicos) utilizados no manejo convencional são indicados na Tabela 5.4, cujo maior teor de adubo encontrou-se na cultura do tomate e do pimentão com 1,4 T/ha. A cultura do pimentão utilizou os maiores quantidades de agrotóxicos.

As mesmas quantidades, tanto da adubação química, quanto nos agrotóxicos, foram utilizados na safra e entressafra de cada cultura.

Tabela 5.4 – Índices de adubação química (NPK/ha) e agrotóxicos (Kg/ha).

Culturas	Adubação NPK (T/ha)	Agrotóxicos (Kg/ha)
Tomate	1,400	27,00
Pimentão	1,400	35,00
Feijão	0,466	5,00
Repolho	1,167	4,00
Alface	0,934	7,00
Cebola	0,700	12,00
Banana	0,700	7,00
Goiaba	0,934	13,42
Mamão	0,934	17,00
Limão	0,934	8,17

Tabela 5.5 – Dados relativos aos cultivares selecionados.

Cultura	Área máxima (ha)	Preço de Venda R\$/kg ⁽¹⁾	Coeficiente de Cultivo ⁽²⁾												Sistema de irrigação ⁽³⁾		
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tipo	Eficiência (%)	
Tomate	138,95	0,28	0,00	0,50	0,75	1,15	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Gotejam.	0,95
Tomate Entr.	138,95	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,15	0,80	0,00	0,00	Gotejam.	0,95
Pimentão	149	1,32	0,00	0,30	0,40	1,10	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Gotejam.	0,95
Pimentão Entr.	149	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,40	1,10	0,30	0,00	0,00	Gotejam.	0,95
Feijão	135,875	2,10	0,00	0,70	1,10	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Sulco	0,50
Feijão Entre.	135,875	2,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	1,10	0,90	0,00	0,00	0,00	Sulco	0,50
Repolho	52,5	0,70	0,00	0,40	0,60	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Gotejam.	0,95
Repolho Entr.	52,5	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,60	0,33	0,00	0,00	0,00	Gotejam.	0,95
Alface	32,7	0,55	0,00	0,25	0,35	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Sulco	0,50
Alface Entr.	32,7	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,35	0,20	0,00	0,00	0,00	Sulco	0,50
Cebola	30	0,53	0,00	0,20	0,45	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Gotejam.	0,95
Cebola Entr.	30	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,45	0,20	0,10	0,00	0,00	Gotejam.	0,95
Banana	352,5	0,50	0,70	0,70	0,70	0,90	0,90	0,90	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	Aspersão	0,75
Goiaba	50	0,56	0,45	0,45	0,45	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	Aspersão	0,75
Mamão	50	0,84	0,40	0,40	0,40	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	Aspersão	0,75
Limão	50	3,06	0,65	0,65	0,65	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,65	Aspersão	0,75

(1)- Preço de venda do produto convenc. obtido da CEASA-PE (08/08/2008) com aplicação de redutor de 30%;

(2)- Coeficiente de cultivo, adaptado para o modelo.

(3)- Fonte: Gomes (1999).

Todos os valores de produtividade e de custo de produção são advindos do método convencional de cultivo. Para o sistema orgânico foi acrescido valores nos custos de produção devido aos tratos culturais, isto é, incremento na mão de obra. Foram analisadas situações sem aumento e com acréscimos de 10, 20, 30, 40 e 50% nos gastos totais com mão-de-obra na produção orgânica em relação ao convencional.

Na busca dos melhores benefícios, a partir da verificação das análises dos manejos em estudo, foram considerados decréscimos de 30, 20 e 10% na produtividade da agricultura orgânica em comparação ao convencional, além da análise com índices produtivos iguais, pois tende-se igualar com o tempo de utilização do método orgânico. O intervalo de tempo para o qual foi realizada a otimização foi de dez anos.

Informações acerca das culturas sazonais, safra e entressafra, além das frutas (culturas perenes) e seus respectivos períodos de cultivos, são visualizadas através da Tabela 5.5 através do plano cultural empregado nas áreas agrícolas em estudo. Estes dados possibilitam um planejamento aos produtores no que se refere a épocas de comercialização, consequentemente, influenciando no aspecto financeiro do processo produtivo.

Os valores da mão-de-obra por hectare obtidas através das planilhas do BNB (2008) estão disponibilizados na Tabela 5.6. Tais custos no manejo orgânico são acrescidos 20% em relação ao convencional.

Tabela 5.6 – Dados com valores médios de mão-de-obra (Homens/Dia).

Culturas	Convencional	Orgânico
Tomate	367	440
Tomate Entre	367	440
Pimentão	192	230
Pimentão Entre	192	230
Feijão	76	91
Feijão Entre	76	91
Repolho	142	170
Repolho Entre	142	170
Alface	156	187
Alface Entre	156	187
Cebola	211	253
Cebola Entre	211	253
Banana	213	255
Goiaba	110	132
Mamão	192	231
Limão	113	136

Tabela 5.7 – Dados de custos de produção e produtividade do sistema convencional.

CUSTO DE PRODUÇÃO (RS/ha) - CONVENCIONAL (NPK) ⁽¹⁾										
Culturas	ANO1	ANO2	ANO3	ANO4	ANO5	ANO6	ANO7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
Tomate	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00
Tomate Entr.	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00	10631,00
Pimentão	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00
Pimentão Entr.	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00	7162,00
Feijão	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00
Feijão Entr.	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00	2408,00
Repolho	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00
Repolho Entr.	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00	4984,00
Alface	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00
Alface Entr.	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00	5482,00
Cebola	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00
Cebola Entr.	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00	6394,00
Banana	7118,00	4909,00	4909,00	4909,00	4909,00	4909,00	4909,00	4909,00	4909,00	4909,00
Goiaba	4972,64	4276,00	4276,00	4276,00	4276,00	4276,00	4276,00	4276,00	4276,00	4276,00
Mamão	5931,00	6142,00	5132,00	5132,00	5132,00	5132,00	5132,00	5132,00	5132,00	5132,00
Limão	5635,50	5328,00	5328,00	4082,00	4082,00	4082,00	4082,00	4082,00	4082,00	4082,00
PRODUTIVIDADE CONVENCIONAL - IMPLANTADO (Kg/ha) ⁽¹⁾										
Culturas	ANO1	ANO2	ANO3	ANO4	ANO5	ANO6	ANO7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
Tomate	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
Tomate Entr.	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
Pimentão	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Pimentão Entr.	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Feijão	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Feijão Entr.	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Repolho	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Repolho Entr.	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Alface	27550	27550	27550	27550	27550	27550	27550	27550	27550	27550
Alface Entr.	27550	27550	27550	27550	27550	27550	27550	27550	27550	27550
Cebola	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
Cebola Entr.	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
Banana	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000	40000
Goiaba	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000
Mamão	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
Limão	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000

(1)- Produtividade e Custo de Produção segundo Planilhas BNB + Metodologia de Santos et al., 2008 (Emater-UEPB).

5.4 – SITUAÇÕES ESTUDADAS

Para efetuar a discussão e realizar comparações entre o manejo orgânico e o convencional, os resultados gerados pelo modelo de otimização para o sistema orgânico foram divididos em três situações de acordo com os índices de redução na produtividade, estabelecidas na análise do software.

Na situação 1 (S1), foi utilizado um índice de decréscimo na produtividade de 10%, e acréscimos de 10, 20, 30, 40 e 50% no índice de mão-de-obra necessária para o cultivo de cada cultura estudada, além de análises sem acréscimo na mão-de-obra. Para a situação 2 (S2), a redução na produtividade imposta para análise, foi de 20% acompanhado das mesmas condições da S1 acerca dos aumentos com os gastos com mão-de-obra agrícola. Por fim, foi adotado para a S3 (situação 3) um decréscimo de 30% na produção final, além dos mesmos incrementos na mão-de-obra, ou seja, análise sem custos e com 10, 20, 30, 40, e 50%.

A partir destes dados resultantes da análise do modelo, para as três situações, foi realizada uma comparação com os valores advindos do sistema convencional. Portanto, o produtor terá condições de tomar decisão acerca de quando explorar ou não, determinado manejo em sua área agrícola a partir dos melhores resultados desta comparação na busca dos benefícios mais atrativos sob os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

CAPITULO VI

RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 – MANEJO CONVENCIONAL

Os resultados das análises realizada na área irrigada do reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão), através do processo de otimização multiobjetivo do modelo CISDERGO para o manejo convencional e para cada cenário, são descritas na Tabela 6.1. Podem-se observar poucas variações nos diferentes parâmetros investigados de um cenário para o outro, a partir dos resultados ótimos obtidos pelo software.

Tabela 6.1 – Resultados das análises do modelo para o manejo convencional.

Cenários	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm ³)
C1	1.537,43	20.443.889,42	310.112	1.550,21	8,1525
C2	1.559,03	20.430.484,81	311.095	1.550,26	8,1640
C3	474,17	6.155.561,60	94.038	471,20	2,5010
C4	1.559,03	20.430.485,35	311.095	1.550,26	8,1640
C5	1.440,76	20.121.532,08	271.698	1.406,76	8,0418
C6	1.559,01	20.430.228,81	311.093	1.550,24	8,1639
C7	1.559,02	20.430.482,35	311.095	1.550,26	8,1640

Com relação à área plantada total para as culturas exploradas, ressalta-se que o acréscimo em relação à área máxima (1.020 ha), se dá por causa das culturas sazonais (onde há casos de se plantar uma cultura duas vezes no ano). Com exceção do cenário 3, onde o modelo indicou uma área máxima de 474,17 ha para a obtenção dos melhores resultados, os demais cenários apresentaram áreas de plantio bastante próximos.

Com relação aos resultados de receita líquida, observa-se, como era esperado, o maior benefício para o C1 (maximização da receita líquida), seguida do C4 e ficando o C3 com os piores valores, uma vez que este cenário minimiza o uso de agrotóxicos e adubos químicos. Na geração de mão-de-obra o destaque ficou com o C2, resultado também aguardado, pois maximiza a mão-de-obra, seguido do cenário 4. Ambientalmente, a minimização dos defensivos e da adubação química, peso adotado no C3, representou significativamente à melhor opção contra os impactos ambientais, entretanto, o modelo disponibilizou apenas o plantio das áreas mínimas adotadas no estudo. Além disto, o C5 (maximização de receita líquida e minimização dos defensivos e adubação química) apresentou os menores valores na

utilização destas substâncias, com uma área de plantio bastante significativa.

A seguir, discussões acerca dos resultados gerados pelo modelo no sistema convencional sobre os aspectos econômicos (receitas), sociais (mão-de-obra) e ambientais (utilização de produtos químicos) para cada cenário descrito no estudo.

6.1.1 – CENÁRIO 1

A Tabela 6.2 apresenta os dados das culturas do cenário C1 (maximização da receita líquida). Com relação ao aspecto econômico, destacam-se as culturas da banana e do limão com uma receita líquida de R\$ 4.996.360,33 por ano e R\$ 4.355.985,17 ano, respectivamente. Isto equivale, aproximadamente, R\$ 14.174,08 por ha/ano para a cultura da banana e R\$ 87.119,70 por ha/ano para o limão, indicando que essas culturas devem ser estimuladas em função da alta rentabilidade econômica no processo de otimização.

Tabela 6.2 – Dados (anuais) das culturas do cenário 1.

Culturas	Área Plan. (ha)	Rec.Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+Def. (T)
Tomate	138,95	456.376,61	50.994	198,28
pimentao	149,00	2.859.658,28	28.607	213,81
Feijão	114,85	156.045,41	8.728	54,10
Repolho	52,50	655.711,70	7.454	61,48
alface	32,70	316.144,68	5.101	30,77
cebola	29,46	45.391,68	6.215	20,97
Tomate entr.	138,95	856.615,77	50.994	198,28
pimentao entr.	149,00	3.621.400,35	28.607	213,82
Feijão entr.	114,32	239.885,61	8.688	53,84
Repolho entr.	52,50	837.052,30	7.454	61,48
alface entr.	32,70	415.075,12	5.101	30,77
cebola entr.	30,00	90.112,66	6.329	21,36
Banana	352,50	4.996.360,33	75.082	249,22
Mamão	50,00	337.555,52	9.599	47,55
Limão	50,00	4.355.985,17	5.650	47,11
goiaba	50,00	204.518,23	5.500	47,37

Rec. Líq. – Receita Líquida

Adub.+Def. – Adubo + defensivos

Entr. – Entressafra

H/D – Homens/dia

No tocante ao benefício social neste cenário, a cultura do tomate tanto na safra, quanto na entressafra, proporcionou os melhores índices com cerca de 367 homens/dia por hectare, totalizando 50.994 homens/dia por ano em uma área máxima total de plantio de 138,95 ha. A

cultura da banana também oferece bons benefícios com aproximadamente 213 homens/dia por hectare.

No que diz respeito à utilização de adubos e defensivos químicos, para se obter resultados ótimos nesta área irrigada, necessita-se de 1,44 T/ha nas culturas do tomate e do pimentão, na safra e entressafra, resultado do uso de 198,28 T/ano numa área de 138,95 ha para o tomate e 213,82 T/ano para uma área de 149 ha para o pimentão.

Estes indicadores revelam que as culturas citadas são as que apresentam maiores riscos de contaminação do meio ambiente. Entretanto, neste mesmo sentido, a cultura do feijão oferece menos riscos com um uso de 0,47 T/ha.

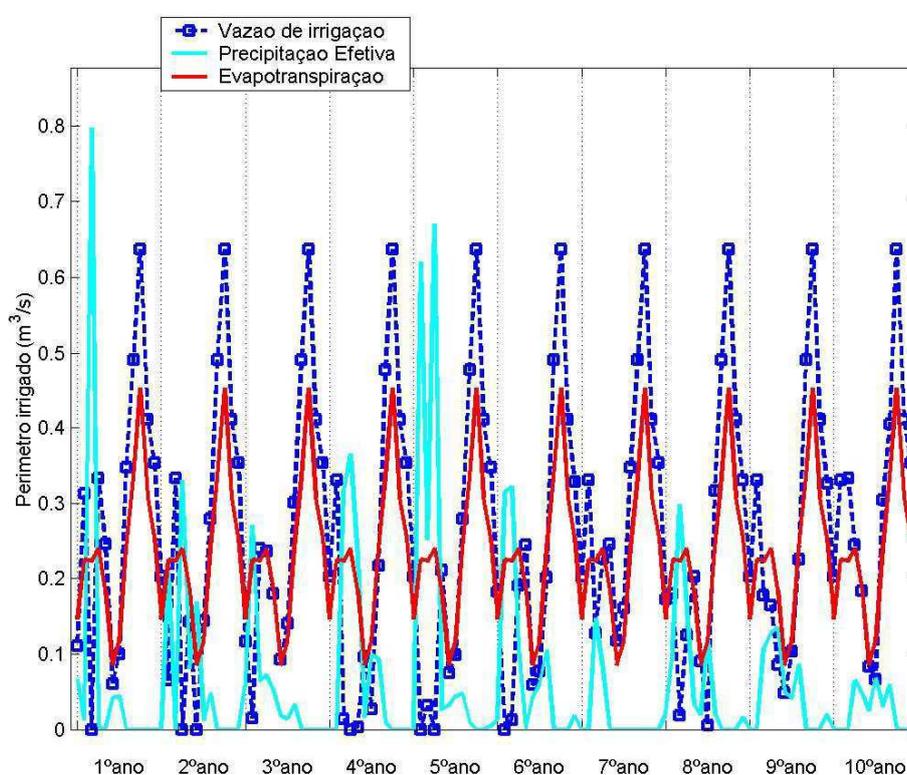


Figura 6.1 – Dados hidro-meteorológicos da área irrigada do cenário 1.

Através da Figura 6.1, verifica-se valores da vazão de irrigação, precipitação efetiva e a evapotranspiração da área irrigada as margens do açude de Epitácio Pessoa para os 10 anos de pesquisa. Percebe-se que a vazão de irrigação apresentou uma média de 0,67 m³/s, 0,17 m³/s de precipitação efetiva e uma evapotranspiração de aproximadamente 0,6 m³/s.

6.1.2 – CENÁRIO 2

Neste cenário os dados revelam que mesmo com o aumento da área máxima plantada, com relação ao cenário anterior, a cultura do feijão apresenta os melhores resultados quanto ao menor uso de produtos não naturais em seu cultivo, mesma informação da 1ª situação. De acordo com a Tabela 6.3, para se obter o maior rendimento financeiro no feijoeiro necessita-se a aplicação de 64 toneladas de adubos e defensivos por ano na área de cultivo.

A receita líquida ficou em torno de R\$ 20.430.484,81 por ano cerca de apenas R\$ 13.400,00 ano a menos que o cenário 1, mesmo com o peso máximo atribuído para a mão-de-obra neste cenário. Com estes dados cada hectare estaria rendendo aproximadamente R\$ 13.104,65 ano, pouco inferior aos R\$ 13.297,45 ano do cenário anterior. Entretanto, se este cenário se torna menos rentável economicamente, possibilita um maior benefício social gerando em torno de 983 homens/dias a mais.

No sentido de aumentar a mão-de-obra o processo de otimização optou por reduzir a área plantada com goiaba, diminuindo a mão-de-obra em torno de 2.367 H/D e aumentando a área plantada com a cultura do feijão produzindo um ganho de aproximadamente 3.235 H/D. Como consequência, este ajuste realizado pelo modelo diminuiu a área total plantada no C1, caracterizando a multiobjetividade do programa.

Tabela 6.3 – Dados (anuais) das culturas do cenário 2.

Culturas	Área Plan. (ha)	Rec.Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+Def. (T)
Tomate	138,95	456.377,53	50.994	198,28
pimentao	149,00	2.859.659,18	28.608	213,82
Feijão	135,88	184.604,87	10.326	64,00
Repolho	52,50	655.712,48	7.455	61,48
Alface	32,70	316.145,47	5.101	30,77
Cebola	30,00	46.225,45	6.330	21,36
Tomate entr.	138,95	856.616,37	50.994	198,28
pimentao entr.	149,00	3.621.401,11	28.608	213,82
Feijão entr.	135,88	285.117,62	10.326	64,00
Repolho entr.	52,50	837.053,04	7.455	61,48
Alface entr.	32,70	415.075,69	5.101	30,77
Cebola entr.	30,00	90.118,26	6.330	21,36
Banana	352,50	4.996.361,64	75.082	249,22
Mamão	50,00	337.557,53	9.600	47,55
Limão	50,00	4.355.985,40	5.650	47,11
Goiaba	28,48	116.473,17	3.132	26,98

Os dados hidro-meteorológicos deste cenário não apresenta muita mudança em relação ao anterior, como mostra a Figura 6.2. Identifica-se uma pequena alteração na vazão de irrigação, cujo valor em média, é de 0,68 m³/s.

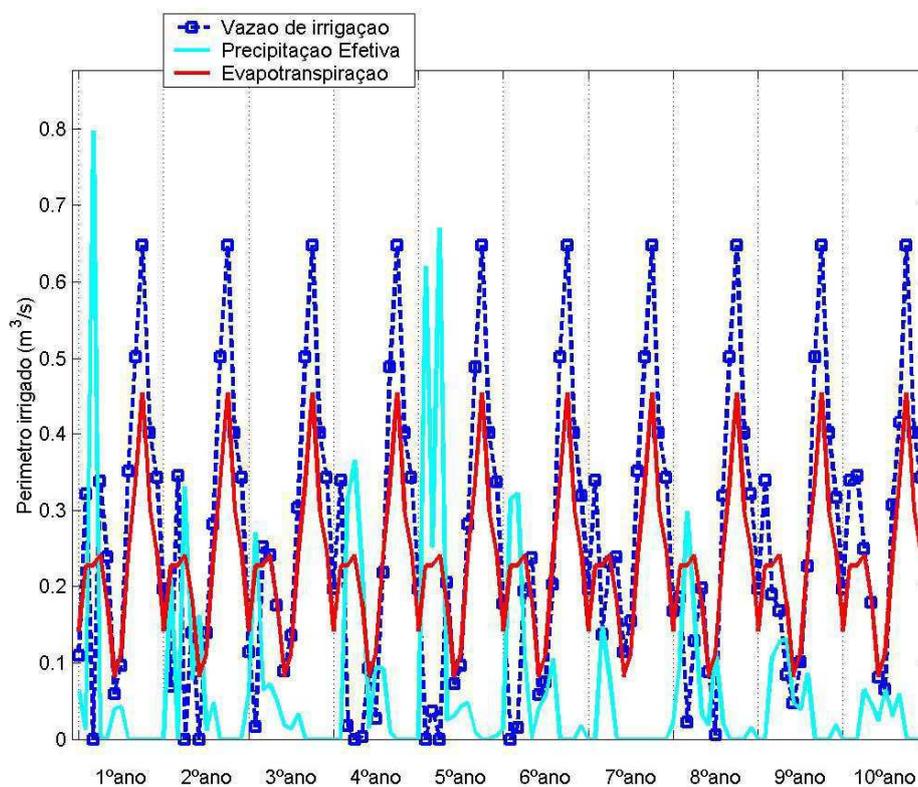


Figura 6.2 – Dados hidro-meteorológicos da área irrigada do cenário 2.

6.1.3 – CENÁRIO 3

Os valores resultante da otimização com relação ao cenário C3, onde efetua a minimização dos defensivos e da adubação química, são expressos na Tabela 6.4. Tais valores representam de maneira significativa a necessidade e a dependência da agricultura convencional na prática da aplicação de produtos sintéticos, para a obtenção de êxito em seus cultivos. Este fato fica evidente na drástica redução dos parâmetros estudados em relação aos demais cenários.

Segundo o modelo, a área utilizada para plantio neste cenário foi o mínimo adotado na pesquisa, isto é, 30% de área para cada cultura em torno de 474 ha para todas envolvidas no estudo. Esta prática fica bastante evidente, devido ao fato do processo de otimização buscar o menor uso de substâncias químicas, portanto, tendendo-se a uma área plantada igual a zero, ou seja, a minimização dos impactos causados pela utilização destes. Como consequência,

proporcionará uma receita líquida anual de R\$ 6.155.561,60 (R\$ 12.981,89 ha) mediante ao uso de 471,20 T/ano de substâncias químicas em seu cultivo, aproximadamente 0,99 T/ha.

Adotando-se estas áreas mínimas, do ponto de vista econômico e social a cultura da banana deve ser incentivada, pois apresenta valores com os melhores benefícios, contudo, ambientalmente desaconselhável pela maior necessidade de utilização de defensivos e adubação química. Já a cebola (safra e entressafra) representa um dos menores riscos de contaminação ao ambiente, uma vez que utilizará cerca de 6,41 T/ano numa área de 9ha resultando num índice de 0,71 T/ha, umas das menores deste cenário.

Tabela 6.4 – Dados (anuais) das culturas do cenário 3.

Culturas	Área Plan. (ha)	Rec.Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+Def. (T)
Tomate	41,69	136.913,27	15.298	59,48
pimentao	44,70	857.897,80	8.582	64,14
Feijão	40,76	55.381,48	3.097	19,20
Repolho	15,75	196.713,80	2.236	18,44
Alface	9,81	94.843,68	1.530	9,23
Cebola	9,00	13.867,64	1.899	6,41
Tomate entr.	41,69	256.984,92	15.298	59,48
pimentao entr.	44,70	1.086.420,38	8.582	64,14
Feijão entr.	40,76	85.535,34	3.097	19,20
Repolho entr.	15,75	251.115,97	2.236	18,44
Alface entr.	9,81	124.522,76	1.530	9,23
Cebola entr.	9,00	27.035,49	1.899	6,41
Banana	105,75	1.498.909,35	22.524	74,77
Mamão	15,00	101.267,30	2.880	14,27
Limão	15,00	1.306.796,91	1.695	14,13
goiaba	15,00	61.355,51	1.650	14,21

Outras culturas se destacam com bons índices de rentabilidade como o limão com uma área de plantação de 15 ha e com uma receita de R\$ 1.306.796,91 de reais por ano (R\$ 87.119,00 por ha), além do pimentão na entressafra com um índice de aproximadamente R\$ 24.304,00 ha. O tomate se destaca pela disponibilidade de gerar mais empregos a partir de uma área de plantio de 41,69ha para 15.298 H/D (367,00 H/D por hectare), todavia, com uma quantidade elevada de produtos químicos em seu cultivo.

As necessidades hídricas nesta situação estão expressas pela Figura 6.3, reforçando a suposição de que a agricultura convencional não teria condições de produção em larga escala sem o advento de produtos químicos em seu cultivo, como adubos e defensivos, isto é, a não

utilização destas substâncias resultará em baixos índices econômicos e, conseqüentemente, social, de modo que a necessidade hídrica também não seria alta.

A vazão de irrigação apresentada pelo modelo para o cenário 3 através da Figura 6.3, abrange uma média de $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$, uma precipitação efetiva também numa média de $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ e uma evapotranspiração de aproximadamente $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ (média).

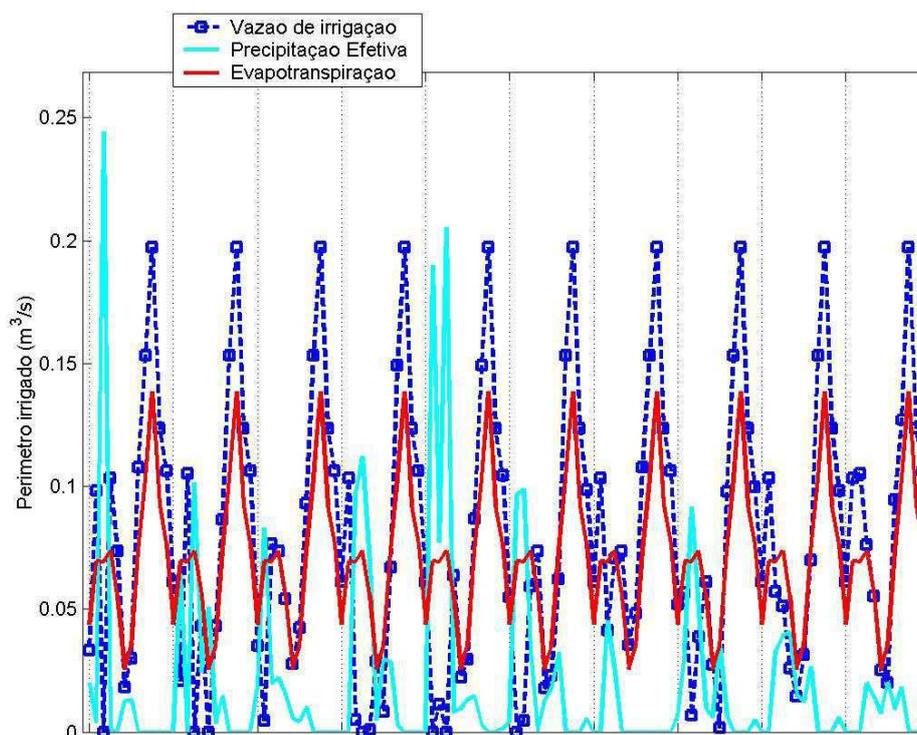


Figura 6.3 – Dados hidro-meteorológicos da área irrigada do cenário 3.

6.1.4 – CENÁRIO 4

Diante dos resultados gerados pelo CISDERGO, percebe-se que não há diferença significativa do cenário 4 (pesos iguais para a maximização de receita líquida e da mão-de-obra) para o 2 (maximização da mão-de-obra). Os dados disponibilizados pelo processo multiobjetivo de otimização revela índices de receita líquida, mão-de-obra e impactos acerca do uso de adubos e defensivos químicos, além das áreas máximas plantada para cada cultura, praticamente iguais.

Acrescenta-se a isso, a mesma análise para o cenário 7 (pesos iguais para os três fatores). Este cenário também exprimiu valores bastante semelhantes ao, já discutido, cenário 2 e, conseqüentemente, ao 4 com relação a todos os aspectos pesquisados neste estudo. Já sob as condições da situação 6, o modelo indicou uma pequena variação na receita líquida, porém

sem grandes benefícios com relação aos cenários 2, 4 e 7.

Deste modo, entende-se que não há necessidade de explorar, nas condições e situações expostas neste trabalho, situações com os pesos atribuídos nos cenários 4, 6 e 7 pelos motivos já citados, visto que para caracterizá-los e discuti-los basta trabalhar com os aspectos resultantes das análises geradas pelo software a partir do cenário 2.

6.1.5 – CENÁRIO 5

Com os pesos atribuídos igualmente na maximização de receita líquida e minimização dos defensivos e adubação química (descrição do cenário 5), o software de otimização revela uma deficiência na geração de emprego em comparação aos demais cenários, exceto ao C3. Numa média de 39.400 H/D por ano a menos que outras situações, a mão-de-obra gerada não será tão atrativa.

Para a obtenção de resultados com os melhores benefícios sob as condições impostas neste cenário, o processo otimizador realizado pelo modelo, adequou alguns valores de área plantada diferentes dos cenários anteriores. Um dos pesos analisados no C3 é a minimização em 50% dos defensivos e adubação química, em função disto, o modelo reduziu a área plantada com tomate e cebola em cerca de 70% comparado ao C1 (maximização da receita líquida), além do feijão no período de entressafra com uma redução de 16% comparado com o C2. Entretanto, Este mesmo cenário analisou o sistema adotando um peso de 50% para a maximização da receita líquida, e para resultado ótimo com relação a este benefício, o programa efetivou um aumento na área de plantio do feijão (safra) de 18% em relação ao C1 e de 78% da goiaba em comparação ao C2.

Financeiramente, a cultura do limão se mostrou mais vantajoso seguido pelo pimentão na safra e entressafra. Com 50 ha o fruto poderia render até 87.120,00 mil reais em cada hectare. Já a cultura do pimentão (entressafra) geraria uma receita em torno de R\$ 24.304,00 ha numa área plantada de 149 ha, já na safra renderia aproximadamente R\$ 2.860.000,00 ano.

Em termos de impacto ambiental, este cenário apresenta uma leve melhora devido ao condicionamento ao modelo de minimizar a aplicação dos defensivos e adubação química. Pela Tabela 6.1, o uso total e anual destes produtos ficaria em torno de 1.400 T para uma área de 1.440 ha, resultando em 0,97 toneladas por hectare. Por exigir baixa aplicação de produtos não naturais em seu cultivo, o feijoeiro mais uma vez se destaca como uma das culturas com menos potencial de contaminação.

Tabela 6.5 – Dados (anuais) das culturas do cenário 5.

Culturas	Área Plan. (ha)	Rec.Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+Def. (T)
Tomate	41,69	136.913,34	15.298	59,48
Pimentao	149,00	2.859.659,16	28.608	213,82
Feijão	135,87	184.604,79	10.326	64,00
Repolho	52,50	655.712,46	7.455	61,48
Alface	32,70	316.145,44	5.101	30,77
cebola	9,00	13.867,72	1.899	6,41
Tomate entr.	138,95	856.616,22	50.994	198,28
Pimentao entr.	149,00	3.621.401,08	28.608	213,82
Feijão entr.	114,36	239.966,20	8.691	53,86
Repolho entr.	52,50	837.053,02	7.455	61,48
alface entr.	32,70	415.075,67	5.101	30,77
cebola entr.	29,99	90.093,74	6.328	21,35
Banana	352,50	4.996.361,62	75.082	249,22
Mamão	50,00	337.557,49	9.600	47,55
Limão	50,00	4.355.985,96	5.650	47,11
goiaba	50,00	204.518,18	5.500	47,37

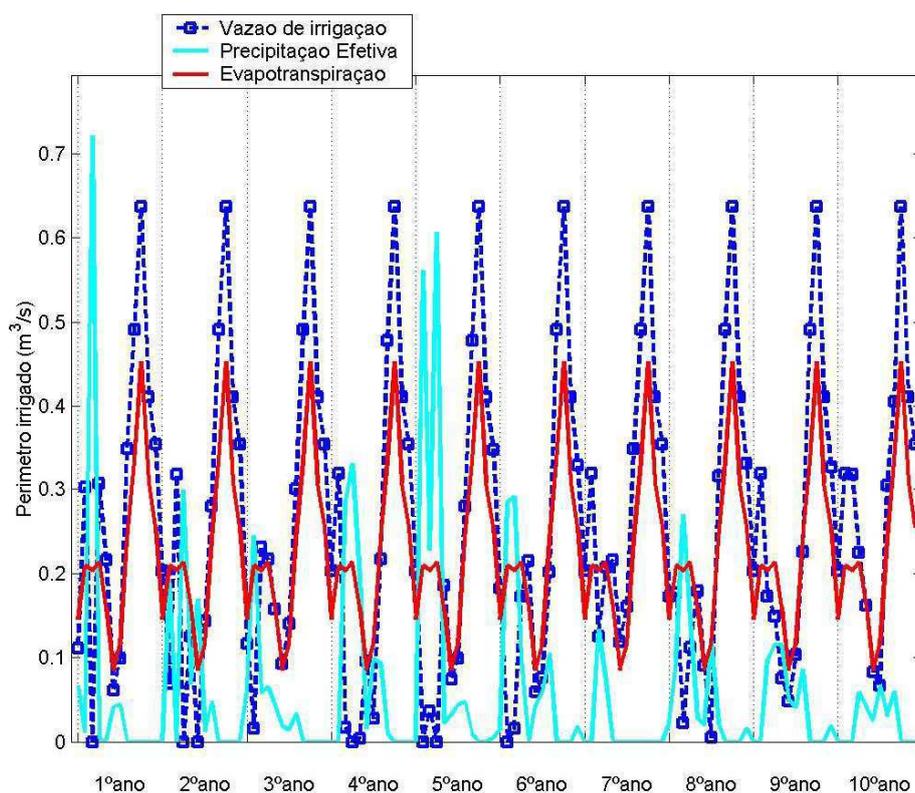


Figura 6.4 – Dados hidro-meteorológicos da área irrigada do cenário 5.

Para o C5 o modelo otimizou os seguintes valores (média) para a vazão de irrigação, precipitação efetiva e a evapotranspiração da localidade em estudo no município de

Boqueirão: 0,67, 0,16 e 0,58 m³/s, respectivamente.

6.2 – MANEJO ORGÂNICO

Os resultados e discussões da aplicação do modelo estão apresentados neste item para todos os cenários e condições impostas para o manejo orgânico. Observaremos aspectos econômicos e sociais, já que não há aplicação de substâncias não naturais no cultivo deste sistema, desta maneira, excluindo análises a cerca de impactos ambientais.

Dividiu-se esta análise em três situações dependendo dos índices de redução na produção das culturas, isto é, foi examinadas situações com decréscimo de 10, 20 e 30% na produtividade, situação 1, 2 e 3 respectivamente. Para todas estas, adotou-se um acréscimo nos índices dos custos operacionais, isto é, aumento dos custos de produção entre 0 e 50% na mão-de-obra para cada cenários descrito no estudo.

6.2.1 – SITUAÇÃO 1

Nesta situação (S1), decréscimo de 10% na produtividade, sem custos e com acréscimo de 10, 20, 30, 40 e 50% nos gasto com a mão-de-obra para todos os cenários, o modelo disponibilizou os seguintes resultados.

A Tabela 6.6 revela as principais informações acerca desta situação, onde não foi acrescentado nenhum valor a mão-de-obra, portanto, o modelo forneceu resultados apenas com o decréscimo da produtividade adotado. Observa-se que a maior receita líquida se encontra no C4 (peso maior no fator econômico) em torno de R\$ 30.341.830,00 por ano para uma área de 1.537,50 ha, isto é, R\$ 19.734,52 por ha.

Comparando os resultados do C1 entre manejo orgânico (média) e convencional, nestas condições, verifica-se que a agricultura orgânica teve uma receita líquida RL de 30% superior ao convencional, demonstrando o quanto os adubos químicos e agrotóxicos impactam nos custos de produção e conseqüentemente na RL. Com relação ao C2, o orgânico apresentou os mesmos valores de mão-de-obra do convencional.

A produção de banana deve ser estimulada devido ao maior índice de lucratividade por ano, como mostra a Figura 6.5. De acordo com os dados do C4 o produtor terá uma renda anual de aproximadamente R\$ 22.524,00 por hectare, cerca de R\$ 8.350,00 a mais que a maior lucratividade detectada no manejo convencional (cenário 1) para a mesma cultura.

A percentagem das áreas plantadas por culturas está apresentada na Figura 6.6. Nestas condições, para se obter melhores rendimentos do ponto de vista econômico em relação ao manejo com práticas não naturais, o produtor terá que cultivar uma área total em torno de 1.537 ha/ano, isto é, semelhante à área do manejo anterior. Já no aspecto social, o melhor resultado do sistema convencional (cenário 2 e 4) se mostrou nos mesmos patamares do orgânico (S1) cerca de 25.924 H/D por ano, numa mesma área plantada.

Tabela 6.6 – Dados da S1 (sem acréscimo na mão de obra) ano.

Cenários	Sem acréscimo na Mão-de-Obra + Decréscimo de 10% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mão-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm ³)
C1	1.537,47	30.341.582,94	310.186	0,00	8,152
C2	1.559,03	30.251.050,93	311.095	0,00	8,164
C3	1.538,17	30.338.988,25	310.190	0,00	8,152
C4	1.537,50	30.341.829,31	310.191	0,00	8,152
C5	1.559,03	30.251.052,58	311.095	0,00	8,164

Adub.+def. – Adubo + defensivos

Nota-se que independentemente das áreas cultivadas ou de qualquer outro fator, os valores da vazão para irrigação se apresentam bastantes próximos de um cenário para outro. Além disto, esses valores também se assemelham de um manejo para o outro. A exceção é o cenário 3 (efetua a minimização dos defensivos e da adubação química) do sistema convencional, onde o modelo revelou uma vazão total anual de apenas 2,5 hm³.

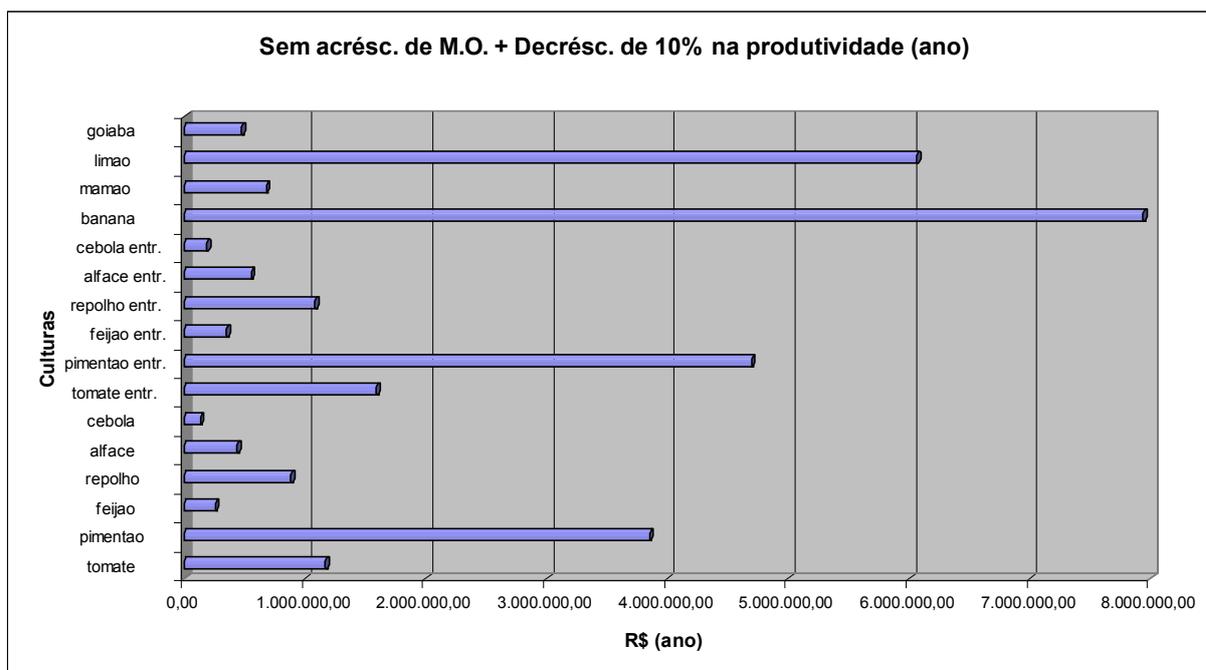


Figura 6.5 – Receita líquida por cultura na S1 (sem acréscimo na mão de obra) R\$/ano.

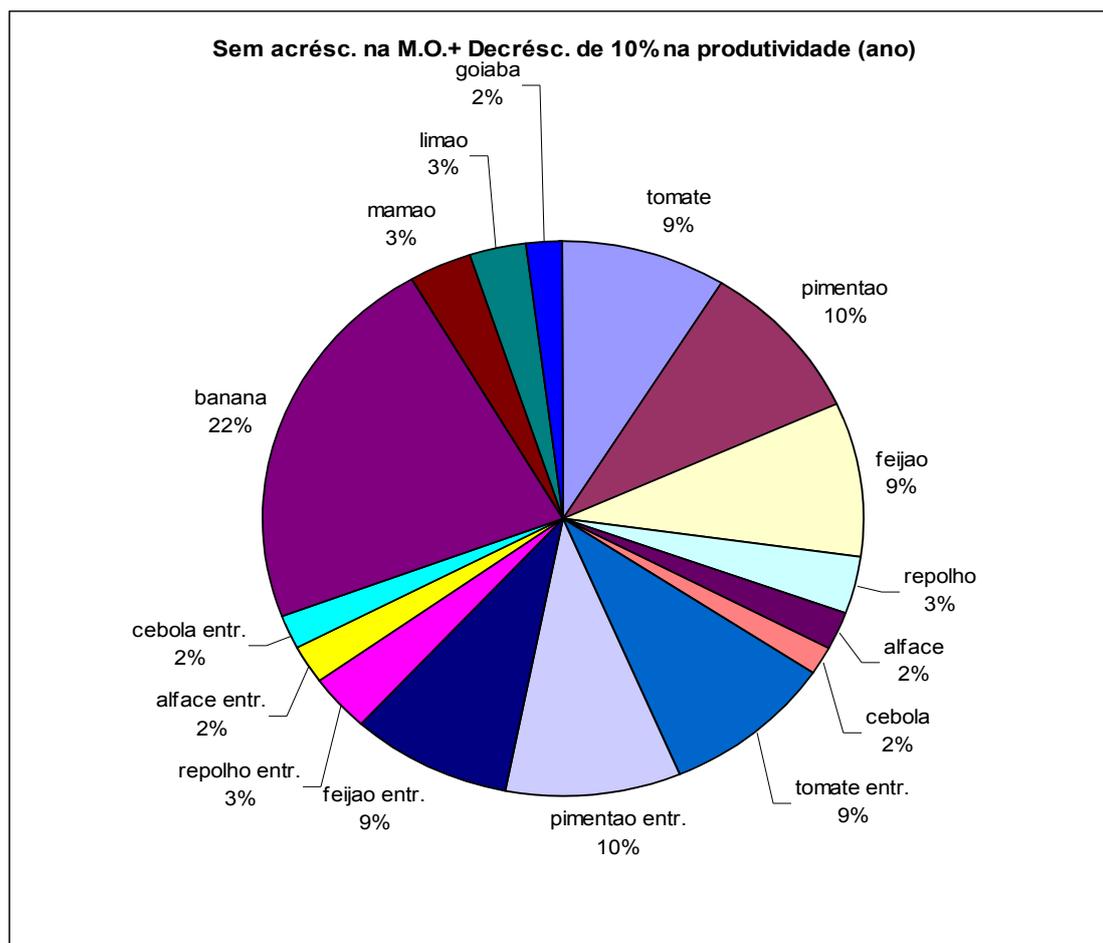


Figura 6.6 – Percen. das áreas plan. das culturas na S1(sem acréscimo na mão de obra).

Com relação ao aspecto social, o CISDERGO mostrou que o C2 (maximização da mão-de-obra) e o C5 (peso maior no aspecto social) disponibilizam as mesmas e melhores condições na geração de emprego na área irrigada em estudo. Para os dois cenários a mão-de-obra apresenta cerca de 199 homens/dias por hectare plantado, onde as culturas que se destacam são a banana e o tomate na safra e entressafra. (Figura 6.7).

Vale salientar o caráter multiobjetivo do modelo computacional CISDERGO. Tomando-se o aspecto econômico como exemplo, esperavam-se resultados mais vantajosos no C1 (maximização da RL), porém, devido à minimização de alguns parâmetros, além da maximização de outros, o software disponibilizou os maiores valores para o C4 (peso maior no fator econômico).

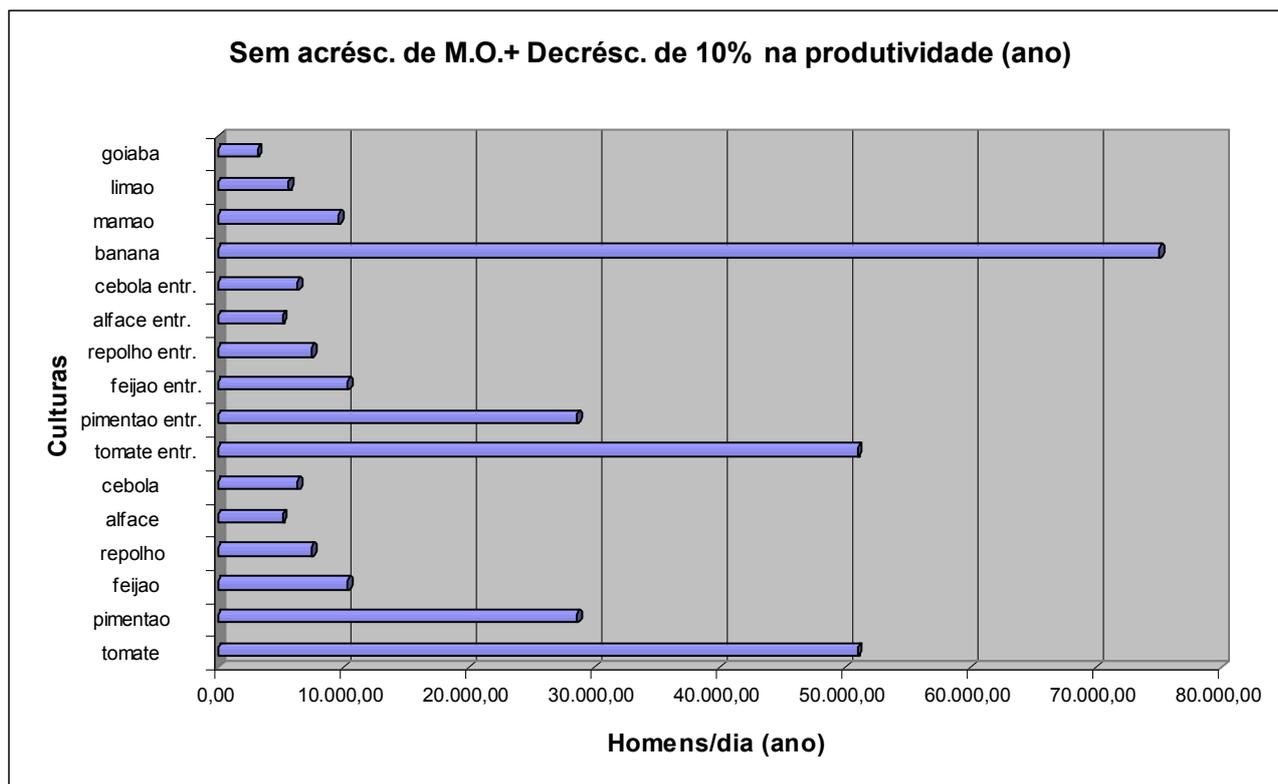


Figura 6.7 – Mão-de-obra por cultura na S1 (sem acréscimo na mão de obra) homens/dia.

Considerando-se a mesma situação de percentagem de perdas na produção (10%), todavia com um acréscimo de 10% nos custos de mãos-de-obra, o software gerou os seguintes resultados (Tabela 6.7).

Tabela 6.7 – Dados da S1 (acrécimo de 10% na mão de obra) ano.

Cenários	Acrécimo de 10% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 10% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	30.024.670,94	329.822	0,00	8,152
C2	1.559,02	29.933.095,33	330.769	0,00	8,164
C3	1.537,51	30.024.525,77	329.814	0,00	8,152
C4	1.537,48	30.024.447,97	329.822	0,00	8,152
C5	1.559,02	29.933.133,48	330.769	0,00	8,164

No que diz respeito à área total plantada por cenário, observa-se que praticamente não há alteração nos valores, na quantidade de hectare utilizada. Quanto ao número de oportunidades de trabalho, comparando-se com a situação anterior analisada, houve um aumento. Foram geradas em torno de 19.674 H/D a mais no C2 nestas condições em relação ao C2 do manejo convencional.

Como esperado houve uma redução nas receitas líquidas devido ao acréscimo nos custos de produção, entretanto, ainda é mais vantajoso que o cultivo dos moldes

convencionais. O C1 que apresentou uma receita líquida de R\$ 30.024.670,00 ano é cerca de R\$ 9.580.781,00 ano mais lucrativo que o C1 convencional, cenário com melhores valores. Isto representa um acréscimo de R\$ 6.231,40 ha. A Figura 6.8 apresenta os valores por cultura.

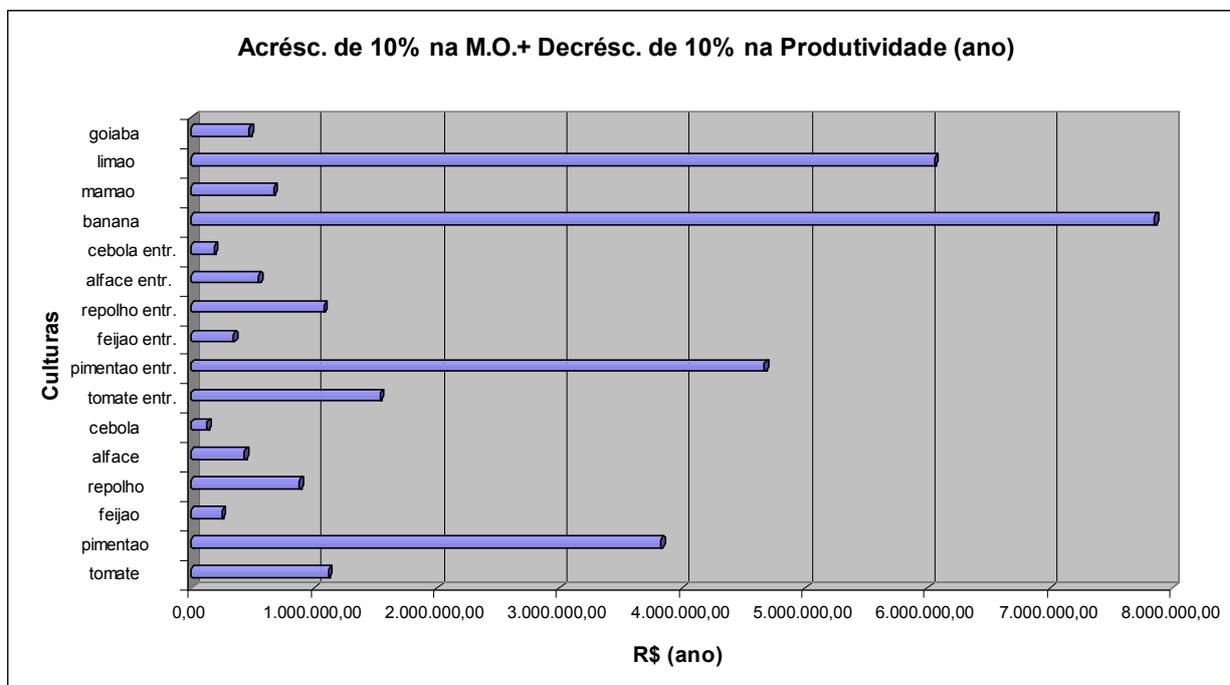


Figura 6.8 – Receita líquida por cultura na S1 (acréscimo de 10% na mão de obra) R\$/ano.

Enquanto que na agricultura não natural a cultura do limão se destaca com um lucro por hectare de R\$ 87.119,70 no cenário 1, organicamente e com os devido índices de perdas em discussão, a mesma cultura disponibilizará um lucro de R\$ 121.140,00 por ha também no C1.

Com relação ao benefício social o tomateiro, nas mesmas condições adotadas organicamente, difere positivamente (C2) em 49 homens/dia em comparação a mesma cultura e cenário convencionalmente cultivado.

A Tabela 6.8, apresentada a seguir, revela dados oriundos de análise realizada pelo CISDERGO, levando-se em consideração a mesma situação de percentagem de perdas na produção (10%), contudo, com um acréscimo de 20% nos custos de mãos-de-obra.

Tabela 6.8 – Dados da S1 (acréscimo de 20% na mão de obra) ano.

Cenários	Acréscimo de 20% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 10% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,49	29.705.815,24	349.121	0,00	8,152
C2	1.559,02	29.613.513,01	350.134	0,00	8,164
C3	1.537,51	29.705.747,21	349.123	0,00	8,152
C4	1.537,48	29.705.777,07	349.119	0,00	8,152
C5	1.559,02	29.613.612,57	350.134	0,00	8,164

Estes índices de acréscimos (20%) e decréscimo (10%) atribuídos, mostram, através da análise otimizada, que o C1 apresenta resultados econômicos superiores aos demais cenários. Com a maximização na receita líquida, este cenário possibilita ao produtor um ganho de R\$ 19.321,00 por hectare no ano.

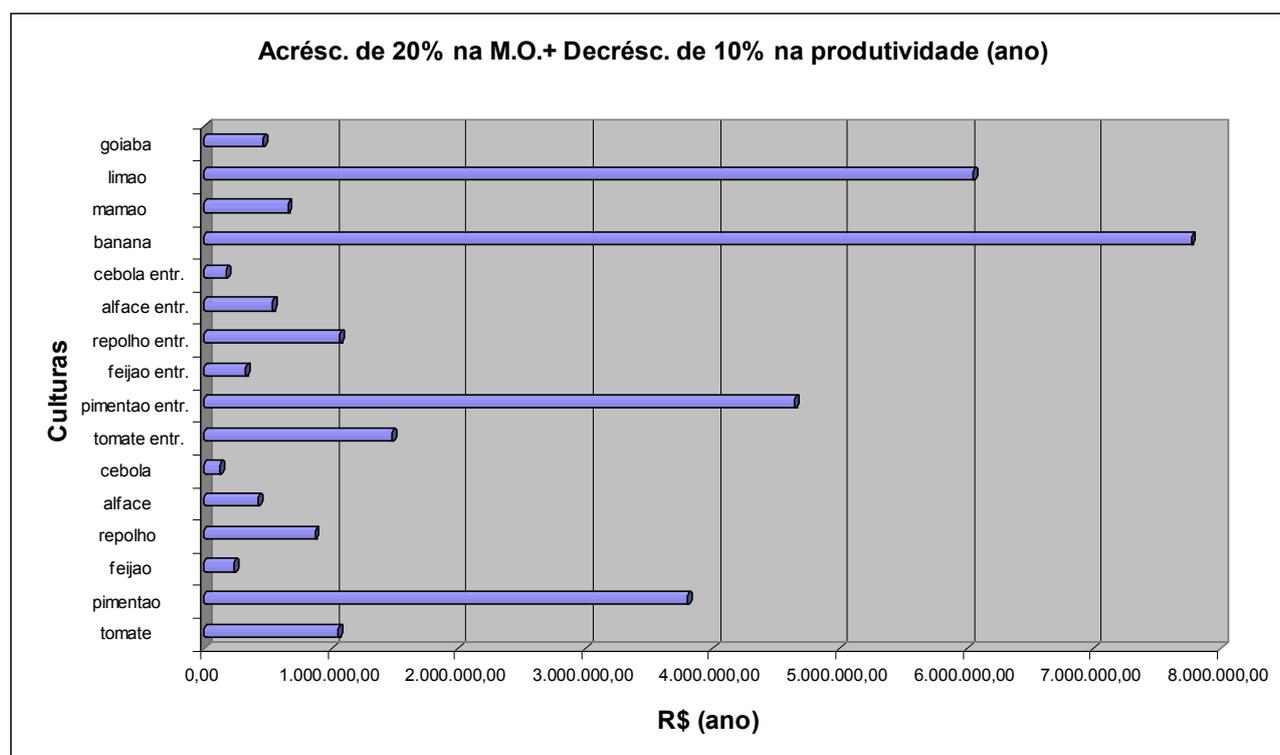


Figura 6.9 – Receita líquida por cultura na S1 (acréscimo de 20% na mão de obra) R\$/ano.

A Figura 6.9 mostra que apesar da banana apresentar uma receita de quase R\$ 7.800.000,00 ano em 352,5 ha, a cultura do limão deve ser incentivada entre os produtores da região em estudo. Isto devido à pequena área de cultivo (50 ha) que será necessária para a obtenção dos R\$ 6.000.000,00 ano de receita, isto equivale a R\$ 121.000,00 /ha. Portanto, a cultura do limão juntamente com o pimentão na entressafra serão os mais atrativos numa

relação receita/área nestas condições.

Vale salientar que mesmo com as adversidades de um cultivo mais oneroso e uma produtividade menor, o manejo convencional encontra-se em desvantagem sobre os três aspectos discutidos neste trabalho com relação à situação analisada.

Numa apreciação, no manejo orgânico, os resultados acerca da maximização da mão-de-obra apresentaram valores superiores aos convencionais, cerca de 39.000H/D. O C2 aparece com os melhores benefícios e com uma área plantada maior.

Tabela 6.9 – Dados da S1 (acréscimo de 30% na mão de obra) ano.

Cenários	Acréscimo de 30% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 10% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	29.387.144,73	367.214	0,00	8,152
C2	1.559,02	29.294.076,32	368.268	0,00	8,164
C3	1.537,50	29.386.868,11	367.214	0,00	8,151
C4	1.537,50	29.387.156,48	367.210	0,00	8,152
C5	1.559,02	29.294.088,00	368.265	0,00	8,164

Os resultados da análise otimizada numa condição com 30% de acréscimo na mão-de-obra e com os mesmos 10% de redução da produtividade, estão expostos na Tabela 6.9. Como nos resultados anteriores, gerados pelo CISDERGO, os melhores índices sob o aspecto social se encontra no cenário 2 com 368.268 homens/dia de trabalho. A área de maior exploração agrícola, para um melhor rendimento econômico, é o C2 e C5.

O sistema convencional apresentou como culturas com melhores aproveitamentos financeiros a banana, o limão e o pimentão na entressafra e safra, respectivamente. Por hectare plantado, isto é, relação receita líquida versus área plantada, o limão, pimentão (entressafa e safra), além do repolho foram os destaques. Organicamente, e com tais condições de produção em discussão, as mesmas culturas indicaram valores mais interessantes.

Com R\$ 120.864,76 reais por hectare ao ano o limão orgânico superou em cerca de R\$ 33.742,00 por ha o fruto produzido convencionalmente. O pimentão na entressafra apresenta uma diferença de R\$ 6.727,00 /ha, enquanto o repolho R\$ 4.330,00 por hectare plantado no ano, mostrando que mesmo com esses índices de perdas na produtividade e aumento na mão-de-obra adotados, o manejo orgânico apresenta mais vantagens.

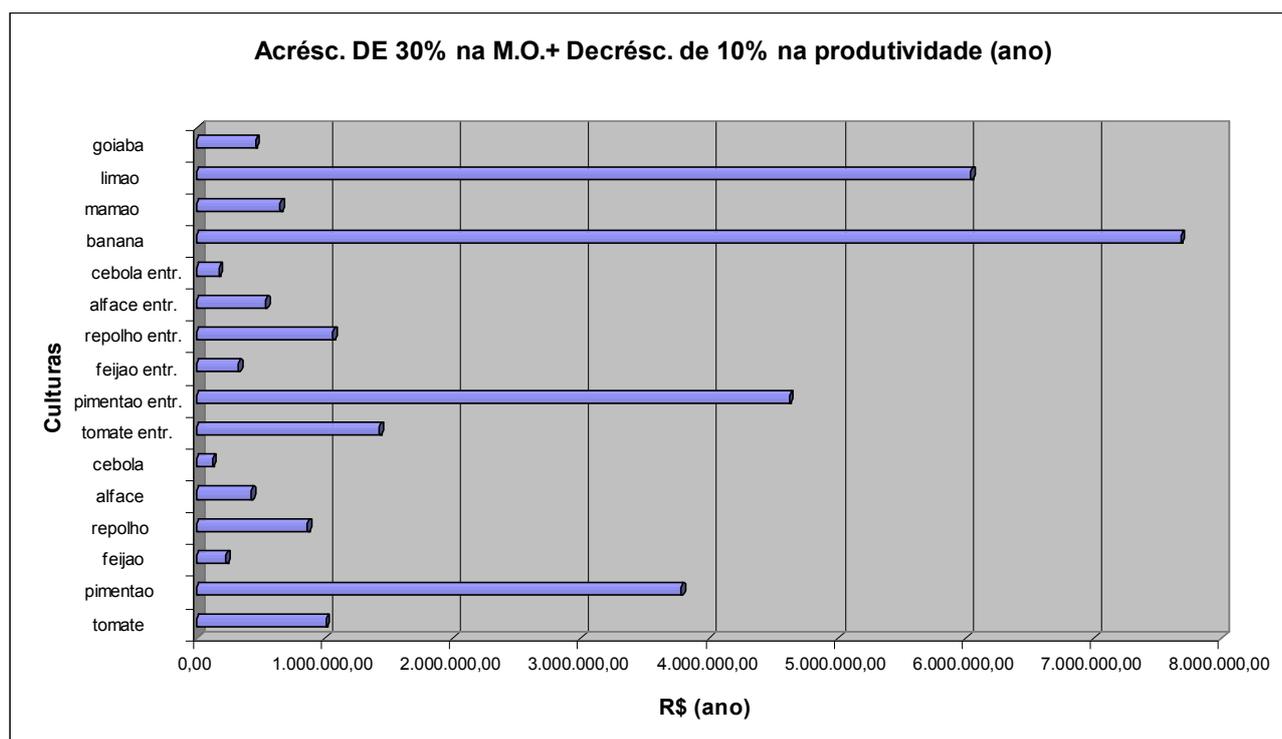


Figura 6.10 – Receita líquida por cultura na S1 (acréscimo de 30% na mão de obra) R\$/ano.

De acordo com a Tabela 6.10, os mesmos cenários das análises anteriores se mostraram com melhores benefícios sociais além de um aproveitamento maior de área cultivada. O C2 (maximização da mão-de-obra) e o C5 (peso maior no aspecto social) apresentaram os mesmos valores na área plantada total, cerca de 1.559,02 ha, e praticamente nenhuma diferença com relação a geração de trabalho (mão-de-obra) com aproximadamente 389.124 H/D por ano, resultando numa margem de 32.427 H/D mês.

Com relação aos dados gerados pela análise multiobjetivo do software para o manejo convencional, a comparação feita com o manejo orgânico nestas condições revela uma geração de mão-de-obra bastante inferior, aproximadamente 78.028 H/D.

A receita líquida gerada nesta situação (40% de acréscimo na mão-de-obra e 10% na declividade da produção) revela, como esperado, uma redução nos valores. Isso se dá pelo aumento nos custos do cultivo, condições impostas na análise.

Entretanto, mesmo com essa redução, fica evidente ser mais vantajoso explorar o manejo orgânico ao convencional. Através da Figura 6.11 percebem-se os atrativos na utilização desta metodologia agrícola nos valores disponibilizados pelo CISDERGO.

Tabela 6.10 – Dados da S1 (acrésimo de 40% na mão de obra) ano.

Cenários	Acrésimo de 40% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 10% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm ³)
C1	1.537,50	29.068.391,17	388.004	0,00	8,152
C2	1.559,02	28.974.584,30	389.124	0,00	8,164
C3	1.537,58	29.067.612,36	388.005	0,00	8,151
C4	1.537,50	29.068.397,99	388.005	0,00	8,152
C5	1.559,02	28.974.588,43	389.124	0,00	8,164

A Figura mostra que a cultura da banana, do limão e do pimentão (safra e entressafra) devem ser estimuladas para o plantio, já que se mostra com as melhores perspectivas de obtenção das melhores receitas, isto é, são as culturas que deveram ser exploradas, na área agrícola do Boqueirão, para um beneficiamento econômico mais vantajoso.

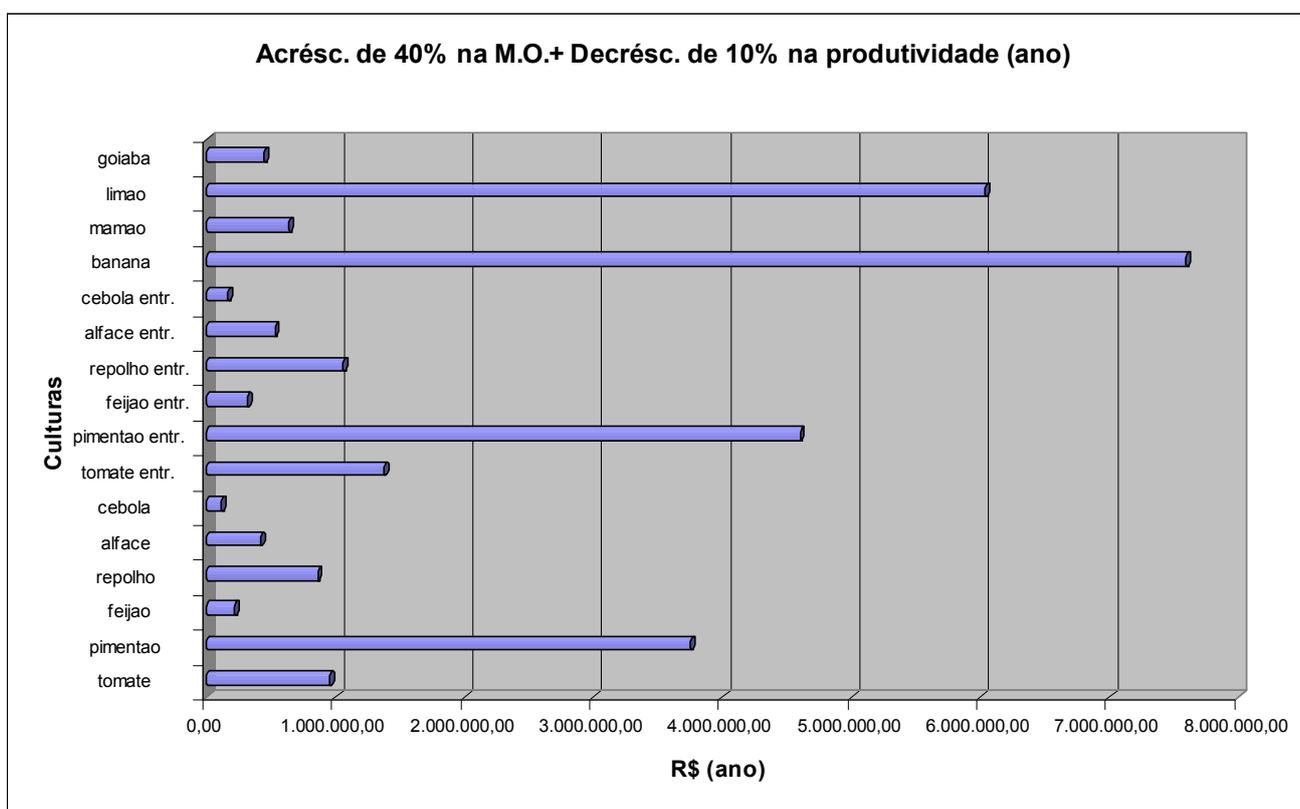


Figura 6.11 – Receita líquida por cultura na S1 (acrésimo de 40% na mão de obra) R\$/ano.

Na situação de perda de produtividade na ordem de 10%, discutiremos a inclusão de aumento nos gastos do cultivo de 50%, última condição com este índice de decréscimo na produtividade. Os valores encontrados pelo modelo estão na Tabela 6.11.

O modelo não apresentou diferença, mais uma vez, nas áreas plantadas total, entretanto, valores de mão-de-obra mais elevados. O CISDERGO revelou que o C2 e o C5

apresentaram os melhores valores para estes dois aspectos citados, 1.559,02 ha e cerca de 408.698 H/D.

O cenário que possibilitou uma vantagem financeira melhor foi o C4. O valor de R\$ 18.699,00 /ha ano referente ao C4 é aproximadamente R\$ 5.400,00 por hectare maior que os valores do manejo convencional, que gira em torno de R\$ 13.297,00 por ha/ano. Mensalmente esta diferença é superior a R\$ 1.108,00 /ha para o manejo orgânico.

Tabela 6.11 – Dados da S1 (acréscimo de 50% na mão de obra) ano.

Cenários	Acréscimo de 50% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 10% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	28.749.638,16	407.534	0,00	8,152
C2	1.559,02	28.655.065,79	408.698	0,00	8,164
C3	1.537,51	28.749.608,74	407.536	0,00	8,152
C4	1.537,50	28.749.639,59	407.536	0,00	8,152
C5	1.559,02	28.655.071,57	408.698	0,00	8,164

Segundo a Figura 6.12 o limão com R\$ 120.589,00 /ha, o pimentão na entressafra R\$ 30.712,12 /ha e a banana com R\$ 21.300,00 por ha, são as culturas com maiores possibilidades de renda. Nenhuma cultura explorada convencionalmente se mostrou com melhores valores que organicamente cultivada, mesmo com excessivo aumento empregado nesta análise de 50% nos custos com mão de obra no cultivo. O limão orgânico é R\$ 33.469,86 /ha mais vantajoso, além da banana com R\$ 7.125,98 /ha.

É de conhecimento comum que apesar de produzir em menores quantidades, a agricultura orgânica, acarreta mais benefício ao ecossistema do ambiente explorado. Mesmo com uma pequena desvantagem financeira, situação não encontrada nestas condições, o melhor produto, a certeza do bem estar dos consumidores, segurança de uma não absorção pelo organismo ao digerir alimentos ricos em produtos químicos, além da saúde dos macros e microrganismos da área agricultável, tal manejo causará vantagens sob o manejo químico.

Com a utilização de grandes quantidades de agrotóxicos e defensivos químicos, esta diferença financeira acaba por não valer à pena obtê-lo, pois, ambientalmente trará mais problemas em médio prazo, tanto para a região agricultável, quanto aos consumidores, que as áreas cultivadas de maneira natural.

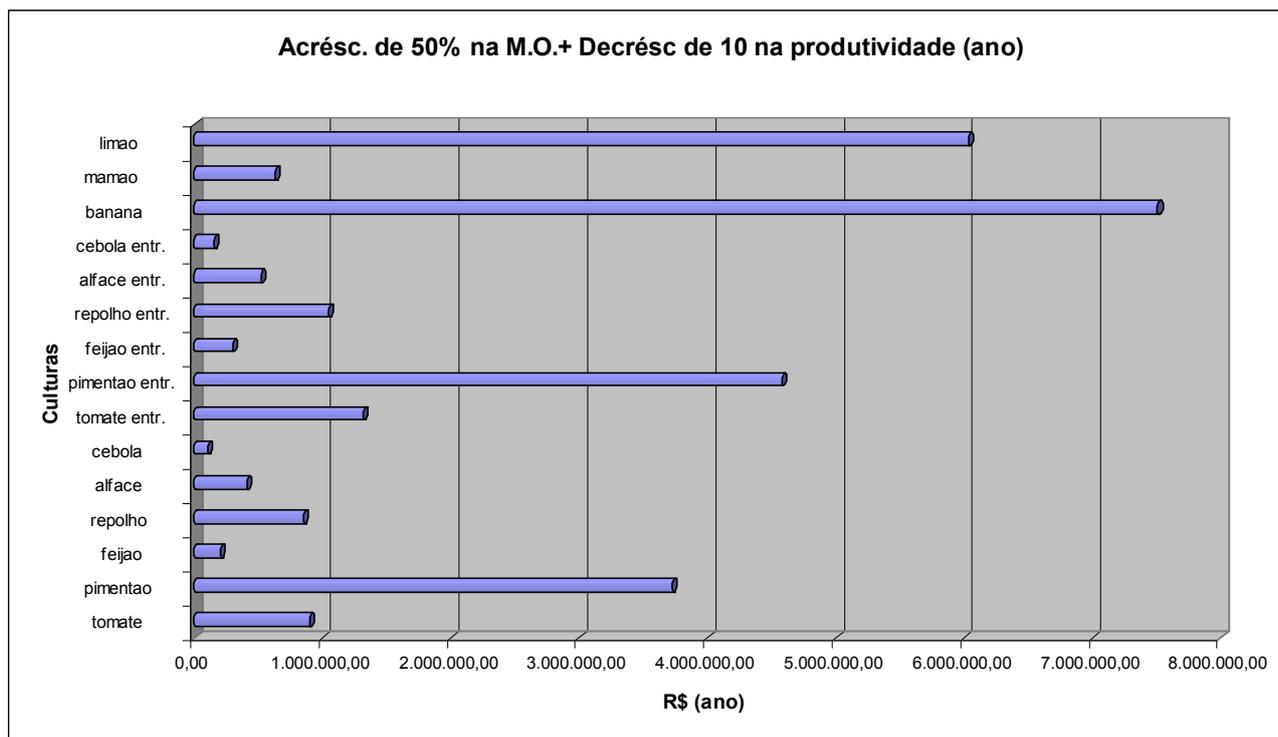


Figura 6.12 – Receita líquida por cultura na S1 (acréscimo de 50% na mão de obra) R\$/ano.

6.2.2 – SITUAÇÃO 2

Na situação seguinte (S2), foi adotado um decréscimo de 20% na produtividade e acréscimo de 0, 10, 20, 30, 40 e 50% no custo da mão-de-obra para todos os cenários. O software gerou valores com todas estas condições, onde analisaremos a partir das Tabelas e Figuras com os dados de cada cenário.

A Tabela 6.12 apresenta valores da análise otimizada sob condições de decréscimo de 20% na produtividade, entretanto, sem quaisquer incrementos nos custos de mão-de-obra nos cultivos agrícola do manejo orgânico. Observa-se que o cenário 1 (C1) proporciona a maior vantagem econômica, enquanto que o C2 juntamente com o C5 revela uma maior necessidade no uso total de área plantada, além disso, o benefício social ficou mais evidente no cenário 2 e 5.

Nos cenários onde apresentaram as maiores áreas plantadas (C2 e C5), a distribuição por cultura dessas 1.559,02 ha fica bastante visível na Figura 6.13. Observa-se que a cultura da banana é responsável pela maior utilização de área agricultável (24%), recurso necessário para uma boa obtenção financeira. O pimentão (10%), o tomate e o feijão (9%) acompanham a banana como as mais exigentes neste aspecto.

Tabela 6.12 – Dados da S2 (sem acréscimo na mão de obra) ano.

Cenários	Sem acréscimo na Mão-de-Obra + Decréscimo de 20% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	26.245.946,63	310.191	0,00	8,152
C2	1.559,02	26.161.697,62	311.095	0,00	8,164
C3	1.537,52	26.245.845,71	310.191	0,00	8,152
C4	1.537,50	26.245.946,42	310.190	0,00	8,152
C5	1.559,02	26.161.698,05	311.095	0,00	8,164

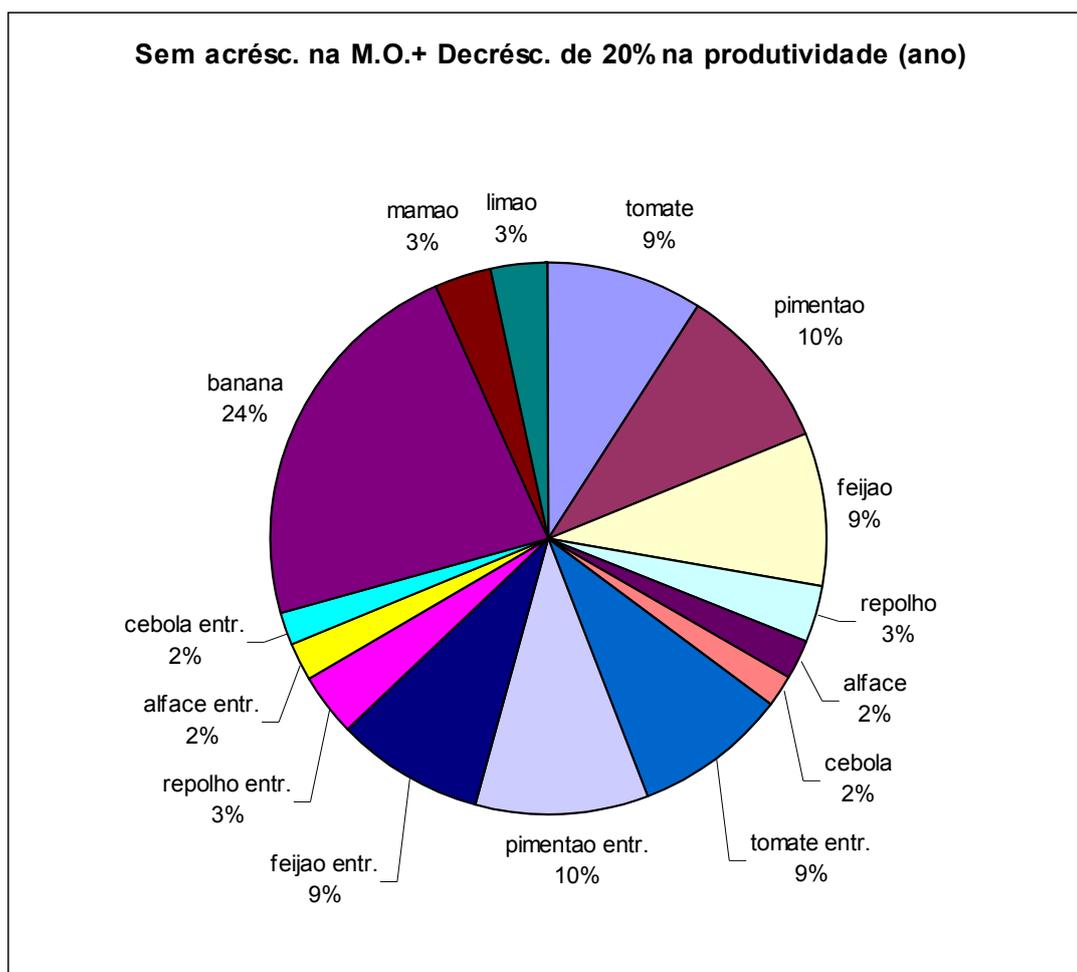


Figura 6.13 – Percen. das áreas plan. das culturas na S2(sem acréscimo na mão de obra)

Sobre o aspecto social, o cenário 2 distribui a quantidade de homens/dia para cada cultura, da maneira representada pela Figura 6.14. Pode-se verificar que com 367,00 H/D por hectare o tomate é a cultura que possibilita um maior benefício social, seguido pela banana com 213,00 homens/dias por hectare. Tais valores representam índices iguais aos maiores benefícios convencionais tanto para o tomate, quanto para a banana.

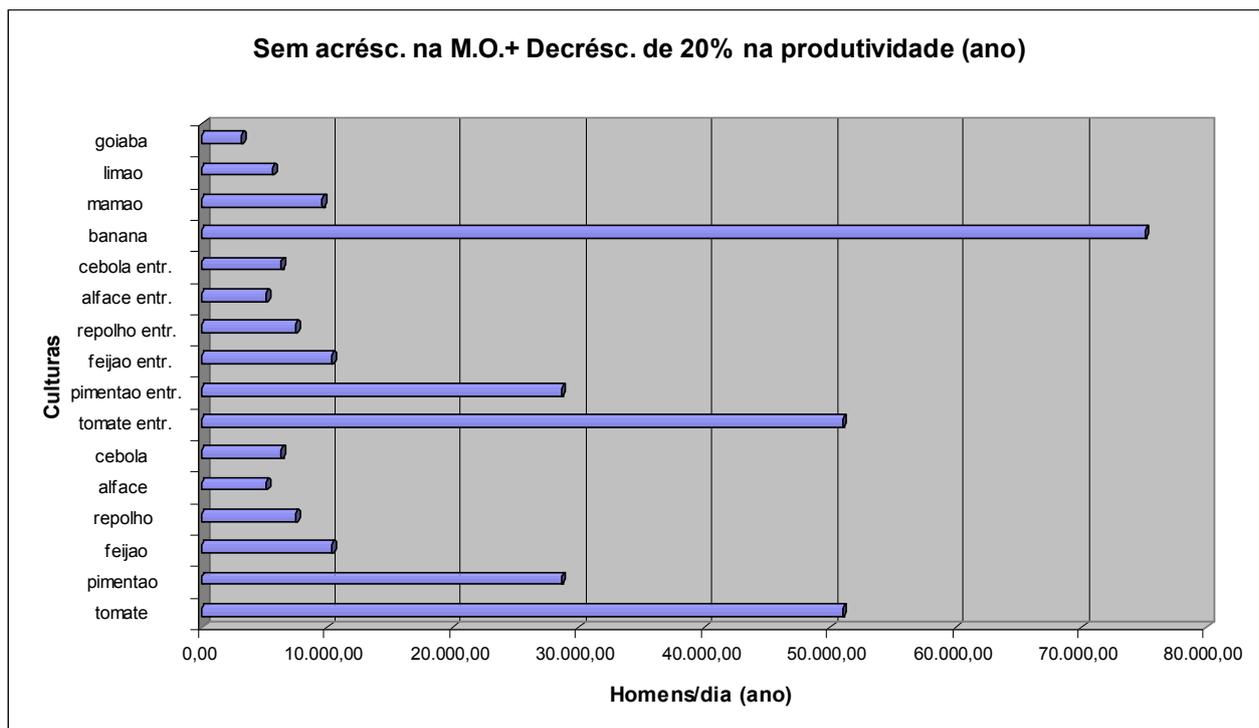


Figura 6.14 – Mão-de-obra por cultura na S2 (sem acréscimo na mão de obra) homens/dia.

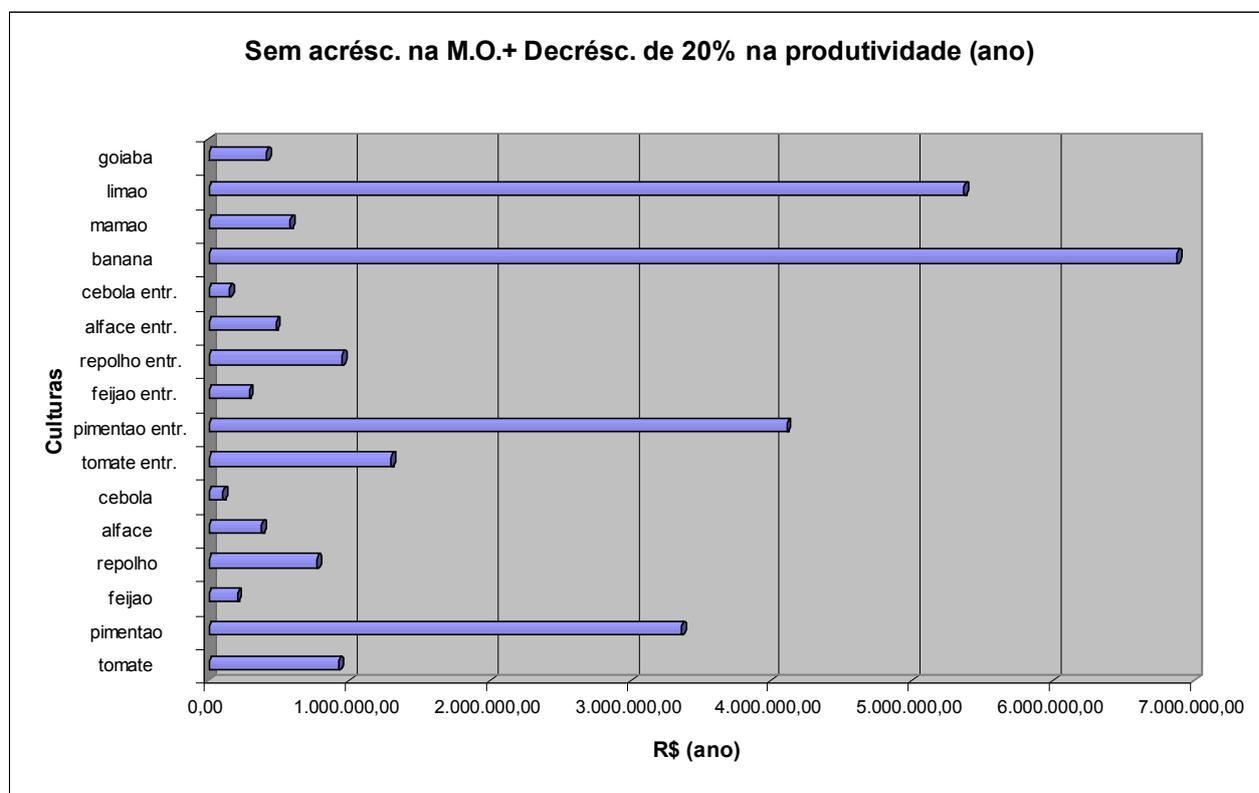


Figura 6.15 – Receita líquida por cultura na S2 (sem acréscimo na mão de obra) R\$/ano

Economicamente, o C1 (maximização da receita líquida) representará para o produtor valores mais significativos que os outros cenários. Segundo a Figura 6.15, a banana com R\$ 6.882.229,00 /ano, o limão com R\$ 5.373.778,00 /ano, além do pimentão (entressafra) com R\$ 4.108.267,00 /ano, são as culturas que devem ser estimuladas nesta área agrícola e com as condições impostas.

Valores mais elevados que os do manejo convencional, mostrando que organicamente, apesar dos índices impostos, ainda assim terá maiores rendimentos econômicos.

Tabela 6.13 – Dados da S2 (acréscimo de 10% na mão de obra) ano

Cenários	Acréscimo de 10% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 20% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	25.928.779,35	329.821	0,00	8,152
C2	1.559,02	25.843.737,36	330.769	0,00	8,164
C3	1.537,50	25.928.786,45	329.822	0,00	8,152
C4	1.537,50	25.928.776,76	329.817	0,00	8,152
C5	1.559,02	25.843.771,26	330.768	0,00	8,164

Dentro do S2, mas com um incremento de 10% na mão-de-obra, o modelo gerou dados de área plantada total, receita líquida, mão-de-obra e irrigação necessária por cenário, Tabela 6.13. Chama a atenção o C3 (pesos iguais na receita líquida e mão-de-obra) que apresenta a maior receita líquida dentre todos os cenários, R\$ 25.928.786,45 /ano cerca de R\$ 5.500.000,00 milhões a mais que o convencional.

O C2 e C5 indicam o melhor aproveitamento total da área cultivada com aproximadamente 1.559,02 ha, mesmo valor das outras análises. Além disto, o C2 também apresentou melhores resultado com relação a geração de trabalho. Tal cenário possibilitará a geração de mais de 330.769 homens/dia ao ano, quase 27.564 H/D mês.

Tais valores continuam indicando que mesmo nestas condições de plantio, o sistema orgânico ainda merece ser explorado ao invés do convencional. Os valores da Figura 6.16 reforçam este pensamento.

As culturas em destaque continuam sendo a banana, limão e pimentão (safra e entressafra), cada uma com R\$ 6.795.937 /ano; R\$ 5.368.497 /ano; R\$ 3.334.605 /ano (safra) e R\$ 4.084.427 /ano (entressafra), respectivamente. Isto equivale a valores superiores aos do plantio convencional, já discutidos.

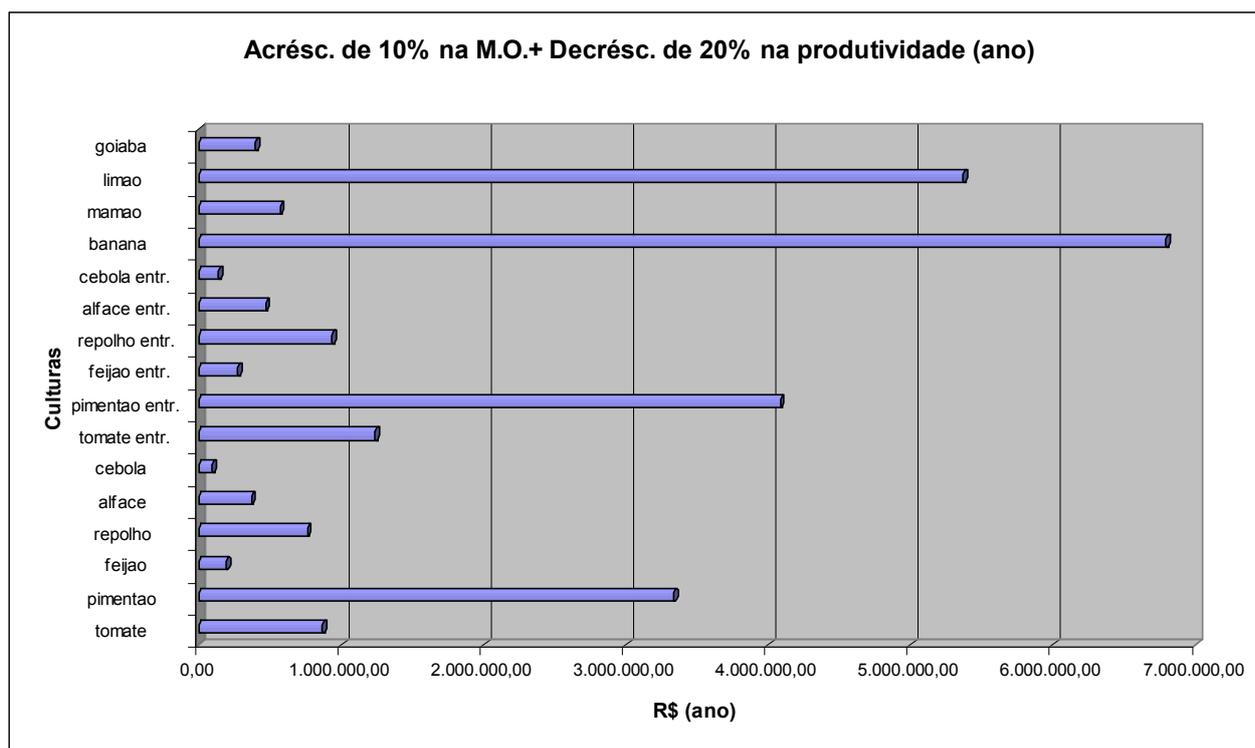


Figura 6.16 – Receita líquida por cultura na S2 (acréscimo de 10% na mão de obra) R\$/ano.

Outra condição avaliada foi com o incremento de 20% nos custos com mão-de-obra. Os resultados estão na Tabela 6.14 e condizem com uma diminuição com relação aos dados anteriores analisados, entretanto, melhores que o manejo convencional. Os valores da irrigação por cultura, assemelha-se nos dos sistemas.

Tabela 6.14 – Dados da S2 (acréscimo de 20% na mão de obra) ano

Cenários	Acréscimo de 20% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 20% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,27	25.609.427,00	349.088	0,00	8,151
C2	1.559,02	25.520.684,05	350.134	0,00	8,164
C3	1.537,50	25.610.024,85	349.123	0,00	8,152
C4	1.537,50	25.609.980,02	349.120	0,00	8,152
C5	1.559,02	25.524.240,69	350.134	0,00	8,164

Nestas condições o cenário 3 disponibilizará ao produtor, rendas mais atrativas que os demais. No mês, se o agricultor trabalhar dentro deste cenário envolvendo todas as culturas poderia arrecadar cerca de R\$ 2.134.168,00. Caso se optar por uma cultura, a recomendação era de plantar o limão, pois obterá uma receita líquida de R\$ 5.361.617,00 /ano, numa área plantada de 50 ha, ou seja, R\$ 107.232,00 /ha. Este e outros dados estão na Figura 6.17.

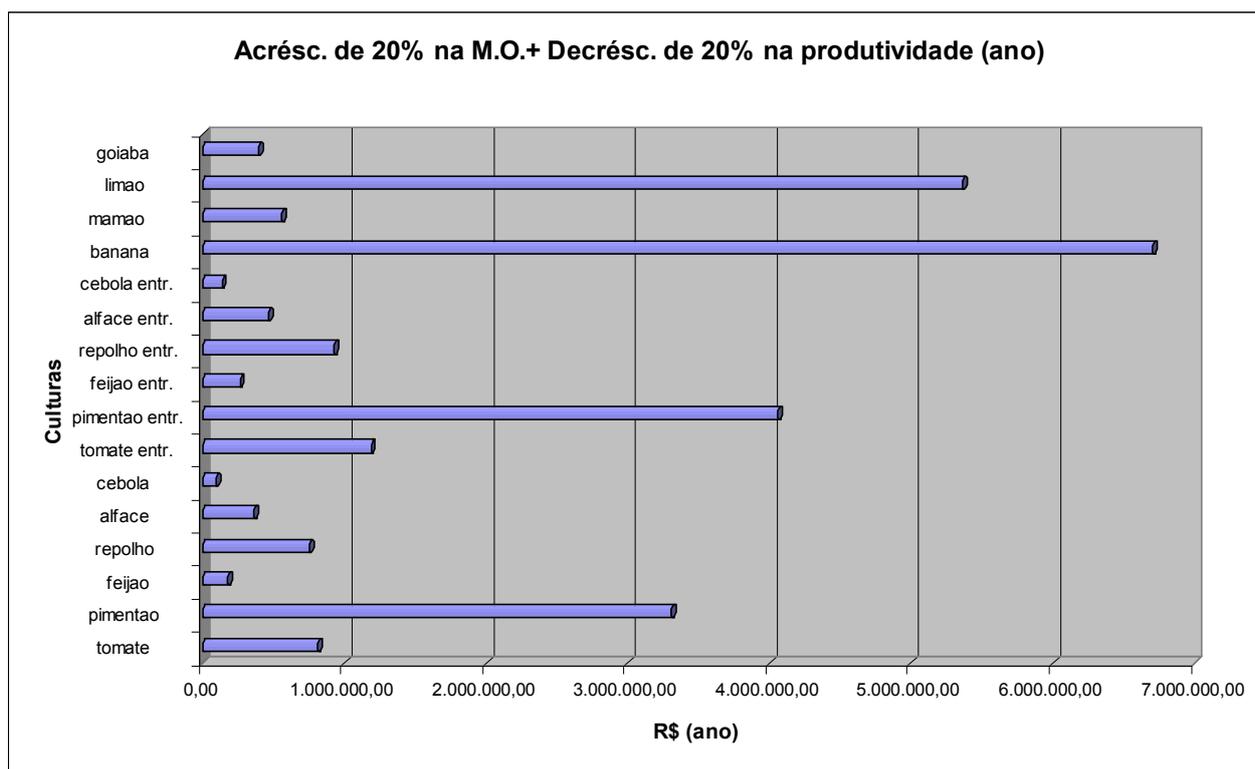


Figura 6.17 – Receita líquida por cultura na S2 (acréscimo de 20% na mão de obra) R\$/ano.

De acordo com a Tabela 6.14 os valores de mão-de-obra (H/D) juntamente com a área total plantada (ha), estão enquadrados com os mesmos números gerados pelo modelo para a S1 com as condições impostas semelhantes a esta discussão.

Outra situação estudada se refere ao acréscimo de 30% na mão-de-obra para o cultivo das culturas, além dos 20% imposta na redução da produtividade. Quanto às receitas obtidas os resultados foram o esperado, redução com relação à análise anterior. Mesmas áreas totais plantadas necessárias para o melhor rendimento financeiro, além de uma geração de oportunidades de emprego com números mais elevados. Dados superiores ao manejo convencional.

Tabela 6.15 – Dados da S2 (acréscimo de 30% na mão de obra) ano.

Cenários	Acréscimo de 30% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 20% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	25.291.229,58	367.212	0,00	8,152
C2	1.559,03	25.204.754,46	368.268	0,00	8,164
C3	1.537,50	25.291.271,31	367.216	0,00	8,152
C4	1.537,49	25.291.233,44	367.212	0,00	8,152
C5	1.559,02	25.204.749,16	368.268	0,00	8,164

A receita líquida total por hectare em questão é maior que a convencional em R\$ 3.152,00 mil, a maior mão-de-obra (C2) gerada também é maior, cerca de 57.173 H/D. Portanto, mesmo nestas condições adversas, a agricultura orgânica continua sendo mais vantajosa e indicada para o setor agrícola em estudo.

A Figura 6.18 mostra as culturas e suas respectivas receitas anuais. Mais uma vez a banana, o limão e o pimentão apresentam os melhores valores. A cebola na safra com R\$ 89.310,00 /ha oferece a menor receita líquida (R\$ 2.977,00 /ha), sendo menos atrativa.

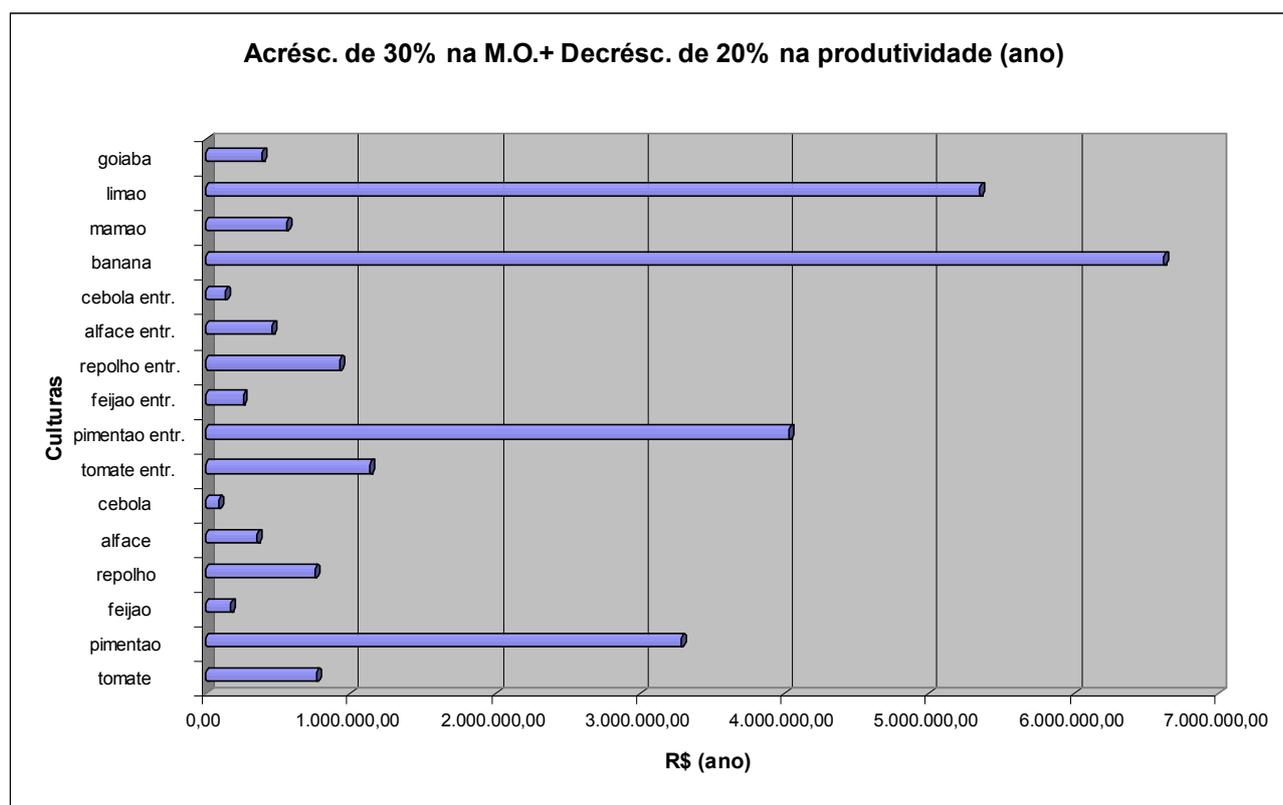


Figura 6.18 – Receita líquida por cultura na S2 (acréscimo de 30% na mão de obra) R\$/ano.

O cenário 4 indica um benefício econômico maior que os demais nas condições de 40% de aumento na mão-de-obra. De acordo com a Tabela 6.16 a receita nestas condições indica um valor de R\$ 24.972.512,93 /ano. Para a cultura com menor valor por hectare nesta área agrícola, o feijão, o modelo revela uma renda de R\$ 1.423,36 por hectare, R\$ 64,82 a mais que no manejo convencional, cujo valor é de R\$ 1.358,54 por hectare.

A mesma discussão acerca dos resultados da área total plantada das condições impostas anteriormente servirá para esta análise, uma vez que resultaram os mesmos valores, entretanto, a mão-de-obra aumentou significativamente seus valores.

Tabela 6.16 – Dados da S2 (acrésimo de 40% na mão de obra) ano

Cenários	Acrésimo de 40% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 20% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,48	24.972.390,56	388.005	0,00	8,152
C2	1.559,02	24.885.162,21	389.124	0,00	8,164
C3	1.537,71	24.971.252,13	388.003	0,00	8,151
C4	1.537,50	24.972.512,93	387.998	0,00	8,152
C5	1.559,02	24.885.240,66	389.124	0,00	8,164

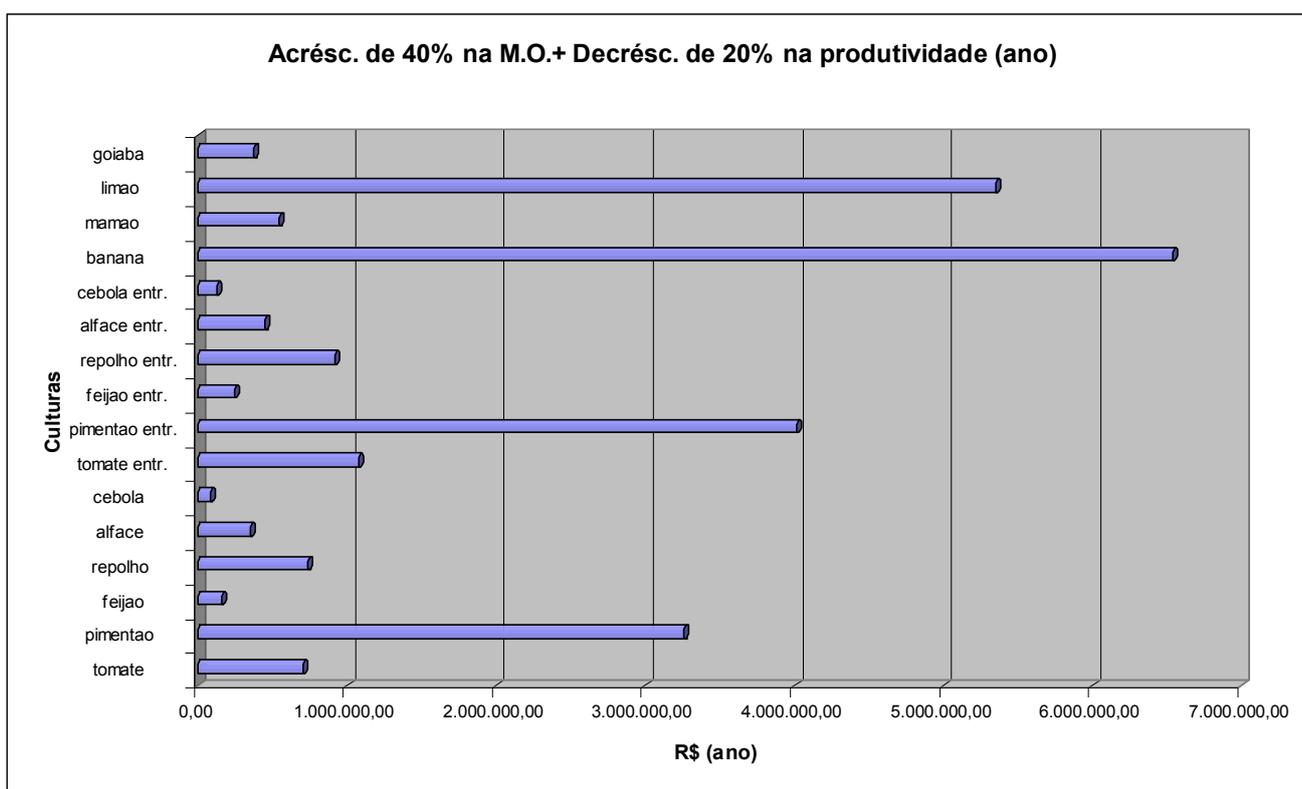


Figura 6.19 – Receita líquida por cultura na S2 (acrésimo de 40% na mão de obra) R\$/ano.

A última condição estudada nesta situação (20% de decréscimo na produtividade) indica um acréscimo de 50% nos custos com mão-de-obra. Todos os valores encontrados estão apresentados na Tabela 6.17 para todos os cenários.

De acordo com os valores obtidos, mesmo com um aumento de 50% com gastos na produção, isto é, aumento no preço da mão-de-obra, e com esta redução imposta no S2, a exploração da agricultura orgânica é aconselhada para a área agricultável do Boqueirão, pois, todos os resultados, com exceção da cultura do feijão, foram favoráveis ao cultivo orgânico.

Para a cultura do feijão, tanto na safra, quanto na entressafra, o cultivo convencional possibilitou ao produtor um maior benefício econômico. Todavia, a diferença de R\$ 21,68 por hectare na safra e de R\$ 28,88 /ha na entressafra não são significativas na medida em que

as desvantagens ambientais na utilização de produtos químicos, já discutidas, não representam qualquer benefício. Portanto, mesmo com este caso, qualquer cultura deve ser incentivada a partir da prática conservacionista adotada neste trabalho.

Tabela 6.17 – Dados da S2 (acrésimo de 50% na mão de obra) ano.

Cenários	Acrésimo de 50% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 20% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	24.653.756,26	407.536	0,00	8,152
C2	1.559,02	24.565.416,99	408.698	0,00	8,164
C3	1.537,50	24.653.754,39	407.536	0,00	8,152
C4	1.537,50	24.653.756,10	407.534	0,00	8,152
C5	1.559,02	24.565.725,01	408.698	0,00	8,164

Segundo a Figura 6.19, o produtor terá uma renda de R\$ 8.900,00 por ha/mês caso opte pelo cultivo do limão, melhor rendimento. Caso prefira uma segunda cultura, recomenda-se plantar o pimentão na entressafra, pois renderá ao mês cerca de R\$ 2.231,00 /ha. Uma outra boa opção nestas condições seria o plantio da banana com uma perspectiva de receita ao mês de aproximadamente R\$ 1.525,00 por ha.

O agricultor terá um benefício total, caso cultive todos os produtos citados, de R\$ 24.653.756,26 /ano. Dados disponibilizados na Figura 6.20.

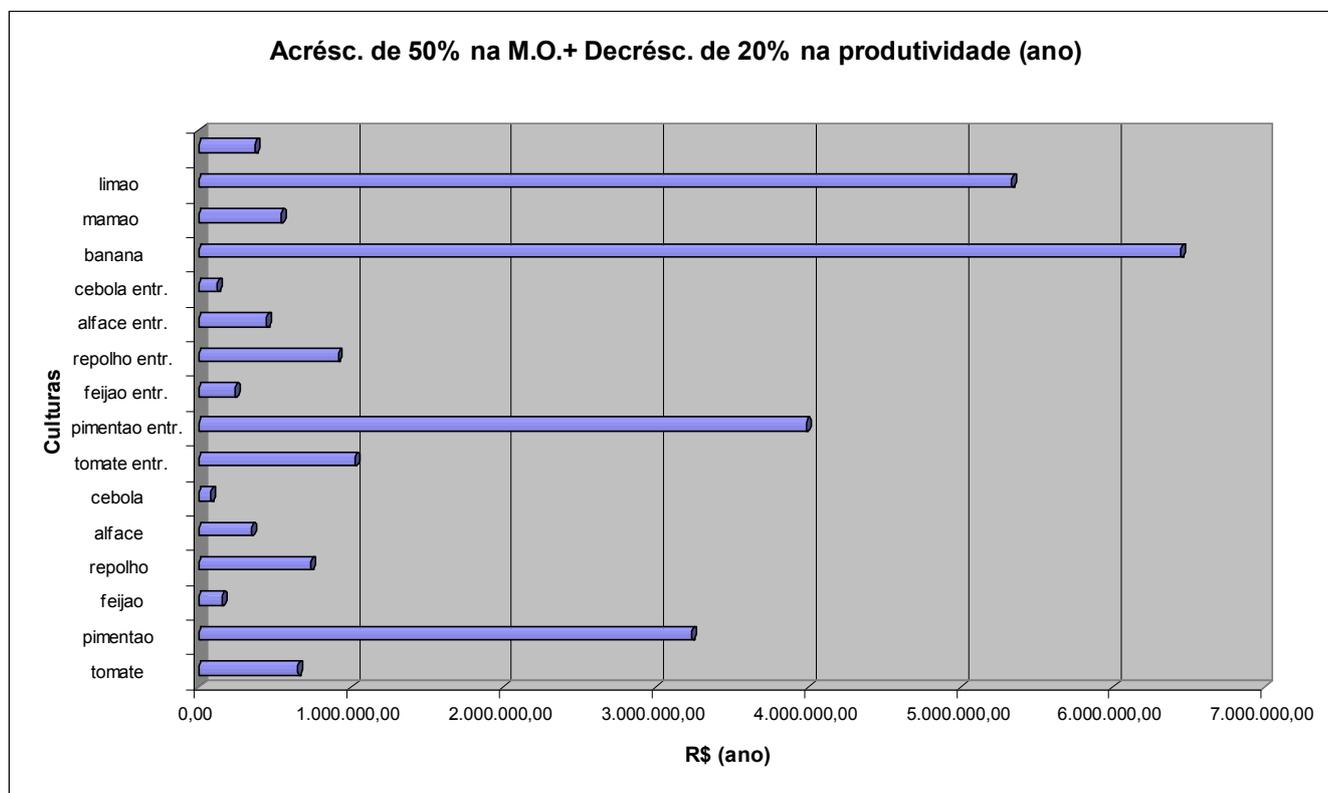


Figura 6.20 – Receita líquida por cultura na S2 (acrésimo de 50% na mão de obra) R\$/ano.

6.2.3 – SITUAÇÃO 3

Nesta situação (S3), onde se adotou um decréscimo de 30% na produtividade e acréscimo de 0 (sem acréscimo), 10, 20, 30, 40 e 50% na mão-de-obra para todos os cenários, o modelo gerou valores que serão debatidos e comparados com os do manejo convencional.

Na primeira análise, com zero de incremento nos custos de produção mais 30% na redução produtiva da área agrícola, o CISDERGO apresentou importâncias econômicas e sociais, áreas cultivadas, além de quantidades suficientes de água para irrigação e que estão expostos na Tabela 6.18.

Tabela 6.18 – Dados da S3 (sem acréscimo na mão de obra) ano.

Cenários	Sem acréscimo na Mão-de-Obra + Decréscimo de 30% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adeb.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	22.150.048,91	310.190	0,00	8,152
C2	1.559,02	22.072.294,30	311.095	0,00	8,164
C3	1.537,70	22.149.274,85	310.189	0,00	8,152
C4	1.537,50	22.150.047,84	310.189	0,00	8,152
C5	1.559,02	22.072.337,00	311.095	0,00	8,164

Podemos observar que as áreas plantadas totais e a necessidade hídrica para irrigação permanecem praticamente as mesmas das outras situações e condições impostas discutidas anteriormente. Contudo, tanto os valores de receita líquida disponibilizado pelo modelo, quanto os de mão-de-obra gerados se apresentaram com importâncias inferiores aos já debatidos, como era de se esperar. Mesmo com valores reduzidos, quando comparados aos da agricultura convencional são mais vantajosos, e por isso aconselhável sua exploração.

Pelo fato de todas as áreas máximas plantadas apresentarem o mesmo valor total e para cada cultura, além de serem representados no cenário 2 para todas as condições que serão abordados a seguir será mostrado, através da Figura 6.21, a percentagem que foi disponibilizada para cada cultura, e este representará todas as discussões a seguir. A Figura 6.22 representa a geração de mão-de-obra para esta condição em debate, isto é, S3 nos cenários 2 e 5.

Pode-se observar que a banana possui a maior fatia da área agricultável com cerca de 22%, seguido com 10% do pimentão na safra e mais 10% para entressafra, 9% para o tomate e o feijão para safra e entressafra.

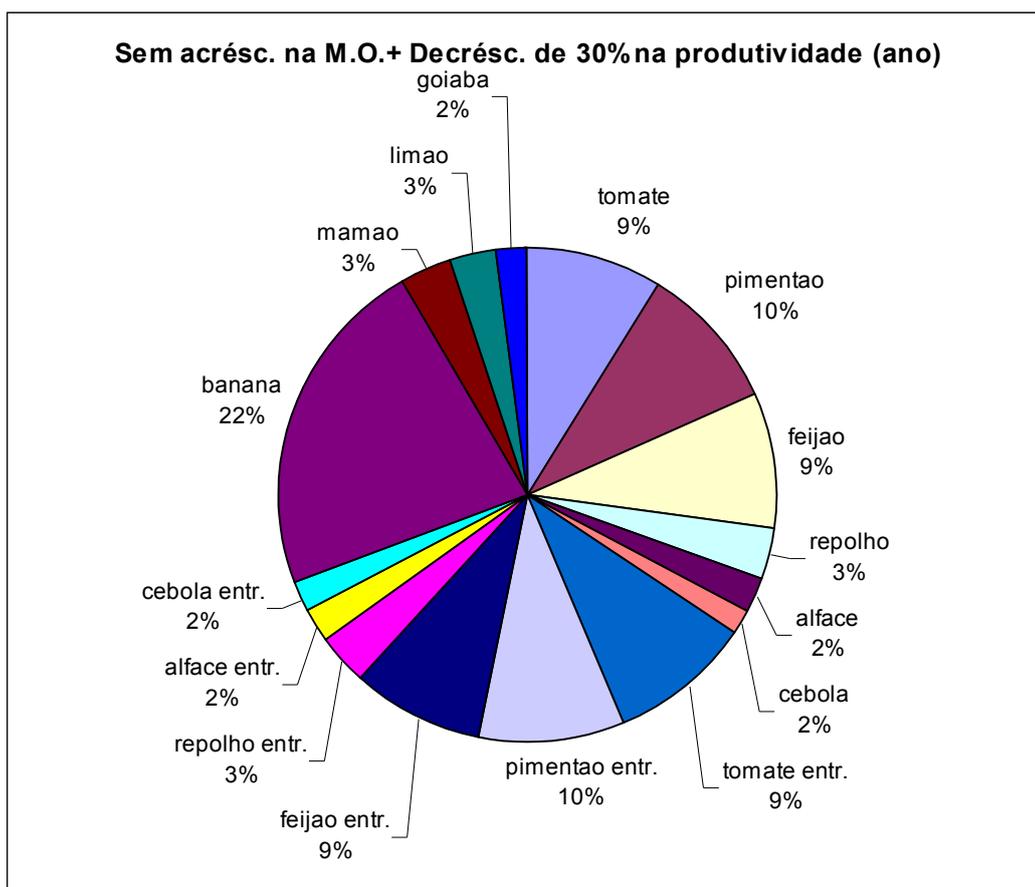


Figura 6.21 – Percen. das áreas plan. das culturas na S3(semacrécimo na mão de obra).

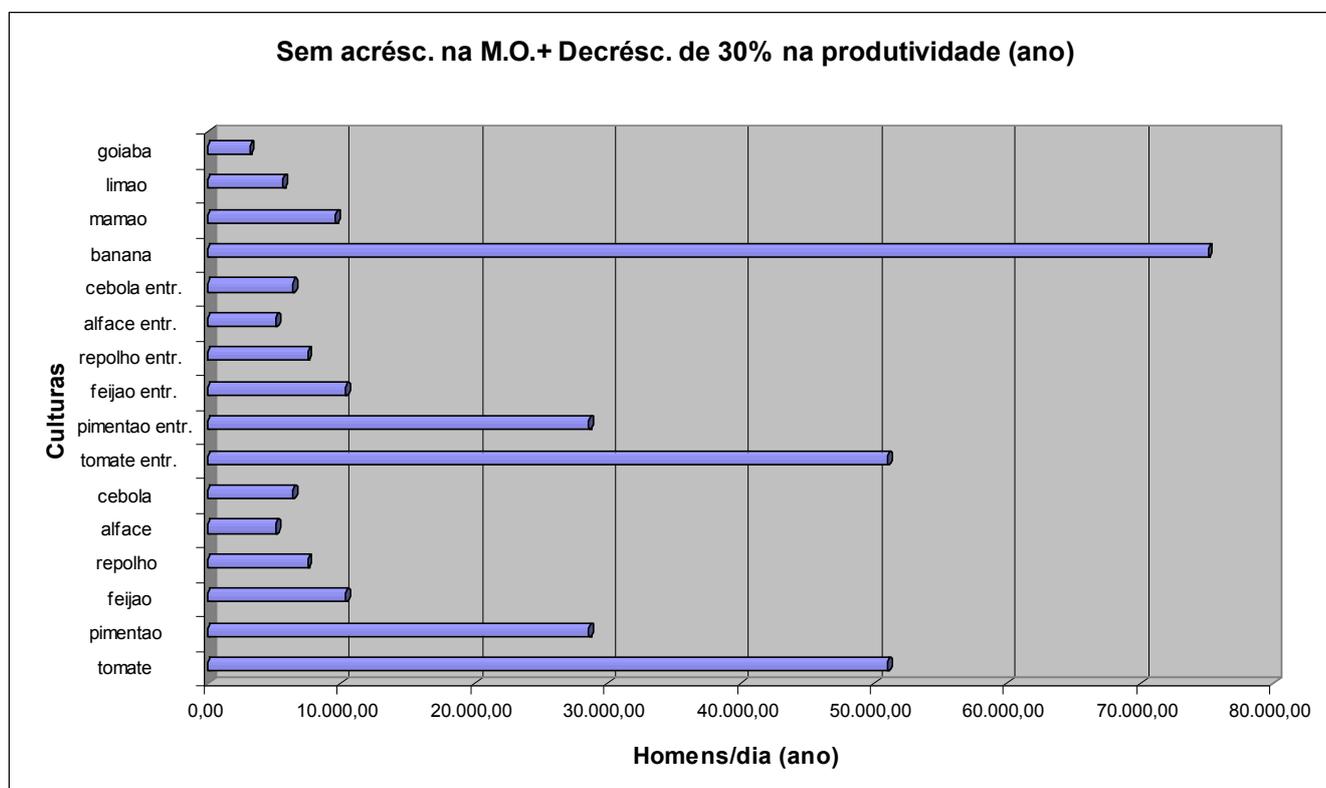


Figura 6.22 – Mão-de-obra por cultura na S3 (semacrécimo na mão de obra) homens/dia.

A Figura 6.22 revela que esta análise causou um total de 311.095 H/D ao ano, onde a cultura da banana foi o destaque com quase 84.952 homens/dia numa área de 352,5 ha, cerca de 241 H/D por hectare, melhor desempenho na geração de mão-de-obra. O tomate com 57.803 H/D ano e o pimentão com 31.588 H/D foram os outros cultivos com melhores índices na geração de trabalho.

Financeiramente fica evidente, através dos números gerados (Tabela 6.18), que apesar das adversidades impostas para o caso, o manejo orgânico apresenta mais vantagens que o convencional sob um aspecto geral, ou seja, organicamente o modelo gera uma renda total e anual de R\$ 22.150.000,00 enquanto que R\$ 20.443.890,00 foi o valor gerado com práticas convencionais de cultivo. Porém, algumas culturas convencionalmente cultivadas revelaram-se com benefícios superiores aos orgânicos dentre as quais o feijão, repolho e alface na safra e entressafra, além do pimentão na entressafra.

Com exceção do pimentão (entressafra) que apresentou uma diferença mensal de R\$ 8.349,00 de um manejo para o outro, em favor da convencional, valor considerado significativo para um pequeno produtor, as outras culturas deverão ser cultivadas pelos princípios naturais de cultivo, visto que os impactos ambientais causados são infinitamente menores que as práticas contaminantes do sistema convencional.

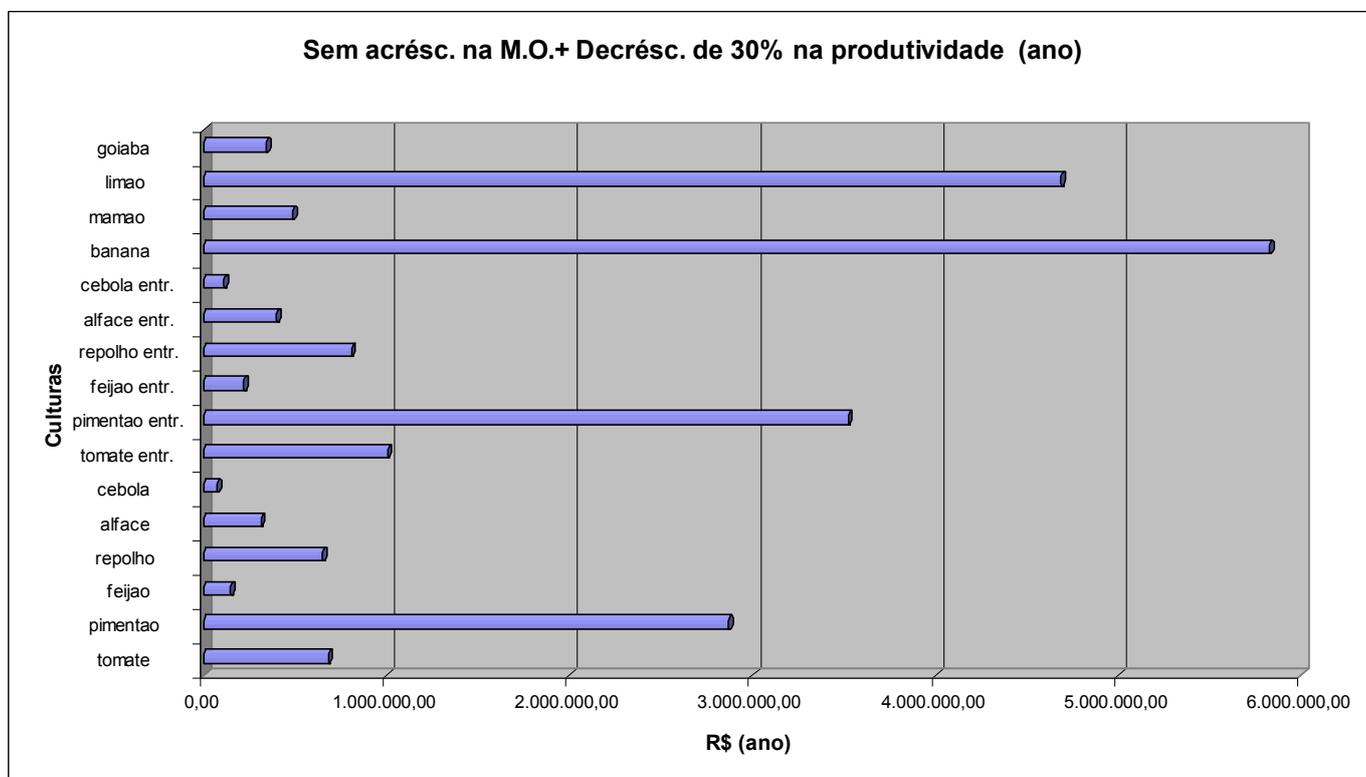


Figura 6.23 – Receita líquida por cultura na S3 (sem acréscimo na mão de obra) R\$/ano.

Para a próxima situação de análise, foi adotado um incremento de 10% na mão-de-obra e continuamos com 30% de redução na produtividade. O CISDERGO gerou alguns valores que estão representados na Tabela 6.19.

Tabela 6.19 – Dados da S3 (acréscimo de 10% na mão de obra) ano.

Cenários	Acréscimo de 10% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 30% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,48	21.832.833,67	329.822	0,00	8,152
C2	1.559,03	21.754.437,50	330.769	0,00	8,164
C3	1.537,50	21.832.902,10	329.815	0,00	8,152
C4	1.537,50	21.832.896,14	329.821	0,00	8,152
C5	1.559,02	21.754.425,27	330.769	0,00	8,164

O C3 foi o destaque quanto aos benefícios econômicos, devido ao maior valor apresentado de todos os cenários, cerca de R\$ 21.832.902,10 por ano. Com relação ao valor total gerado no sistema convencional, este valor é superior em R\$ 1.389.000,00 /ano. Entretanto, este cenário detectou valores de algumas culturas, menores que o outro manejo em estudo. As mesmas culturas discutidas nas condições anteriores somando-se o pimentão na safra, também apresentaram pequenas inferioridades econômicas.

Utilizando-se dos mesmos argumentos, apenas a cultura do pimentão na entressafra com R\$ 10.336,00 ao mês, equivalente a R\$ 832,45 por ha, aconselha-se a prática convencional no cultivo deste. As outras culturas deverão ser produzidas por meios naturais, ou seja, manejo orgânico, uma vez que apresentam valores não significativos para o manejo convencional.

A Figura 6.24 possibilita uma análise geral das receitas líquidas por cultura no ano, onde mostra que a banana com R\$ 5.738.437,00 /ano (R\$ 16.279,00 /ha), o limão cerca de R\$ 4.680.000,00 ao ano (R\$ 93.600,00 por ha), pimentão com R\$ 3.497.367,00 /ano (entressafra), em torno de R\$ 23.472,00 /ha e R\$ 2.842.905,00 /ano (safra) (R\$ 19.079,00 por ha) e o repolho com R\$ 647.611,69 por ano, aproximadamente R\$ 12.335,46 por ha são os produtos que deverão ser explorados nesta área agrícola.

A cultura da cebola na safra com aproximadamente R\$ 68.829,00 /ano o que equivale a R\$ 2.294,00 /ha, continua sendo a cultura menos atrativa do ponto de vista do lucro. A mesma cultura, comparada com as outras, também apresenta um lucro bastante inferior quando produzido na entressafra, um aumento de R\$ 1.328,00/ ha.

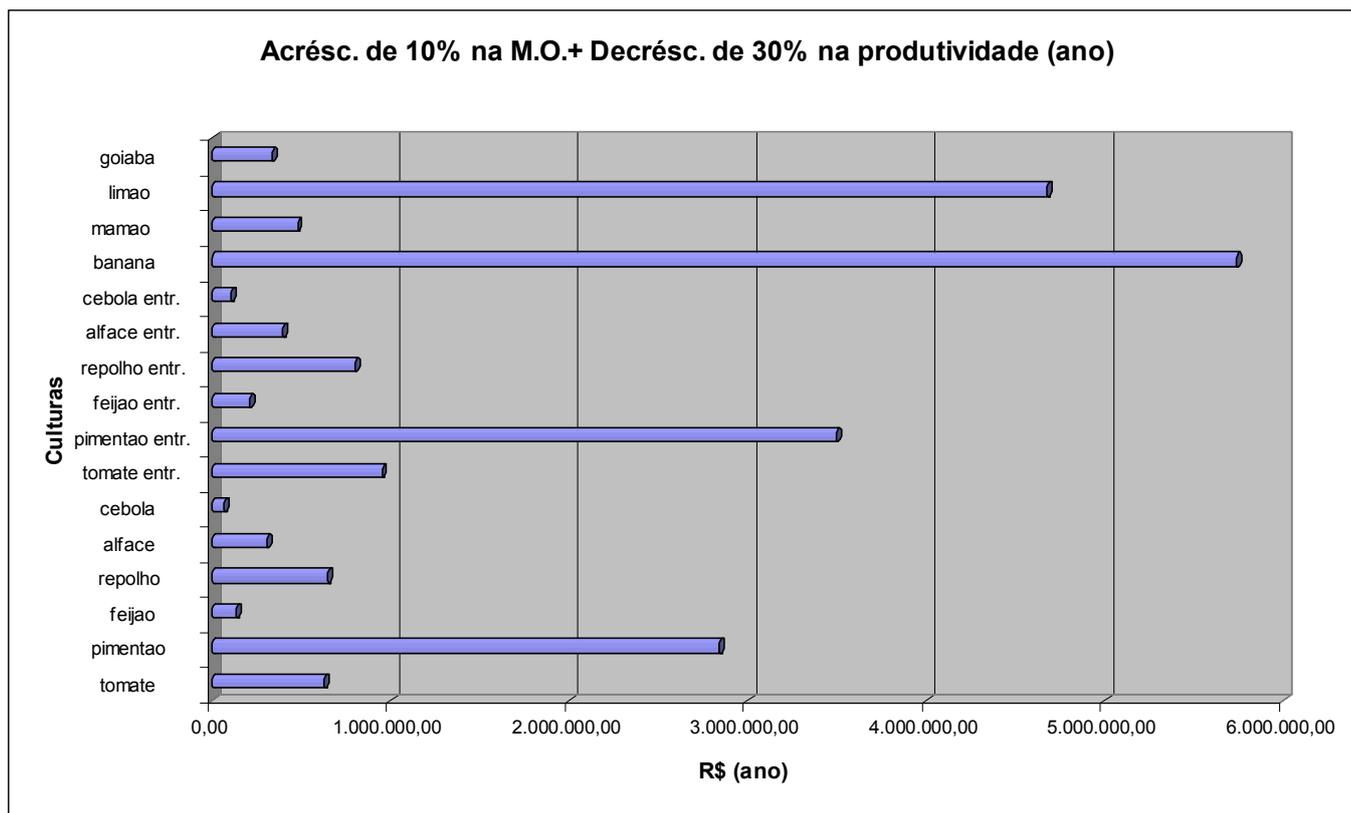


Figura 6.24 – Receita líquida por cultura na S3 (acréscimo de 10% na mão de obra) R\$/ano.

Aumentando o acréscimo de 10 para 20% nos gasto com cultivo (mão-de-obra), e aproveitando o mesmo índice na redução da produtividade, a Tabela 6.20 revela uma diminuição ainda maior na receita líquida geral nos cenários estudados, mas um aumento nos valores de mão-de-obra com relação à discussão anterior. Contudo, as áreas plantadas totais permaneceram as mesmas.

Tabela 6.20 – Dados da S3 (acréscimo de 20% na mão de obra) ano.

Cenários	Acréscimo de 20% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 30% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm ³)
C1	1.537,50	21.514.142,78	349.123	0,00	8,152
C2	1.559,03	21.434.921,65	350.135	0,00	8,164
C3	1.537,50	21.514.136,34	349.123	0,00	8,152
C4	1.537,50	21.514.009,33	349.116	0,00	8,152
C5	1.559,02	21.434.910,25	350.134	0,00	8,164

De acordo com software, nestas condições a maior receita líquida decorre no C1 com cerca de R\$ 21.514.142,78 /ano, valor superior em R\$ 1.070.253,00 /ano ao convencional. O valor sofreu redução devido ao aumento no incremento da mão-de-obra, de 10 para 20%.

O manejo convencional gerou valores de receita líquida superiores nas mesmas culturas anteriormente discutidas. Entretanto, passa ser melhor produzir o pimentão, o repolho, a alface e o feijão na entressafra convencionalmente ao invés do orgânico. Para os produtores de pequeno porte que produzem nas margens do Boqueirão os valores de R\$ 992,44 por ha para o pimentão, R\$ 799,29 por ha para o repolho, R\$ 752,59 /ha para a alface e R\$ 336,10 por hectare na cultura do feijão são expressivos e a não exploração deste manejo, traria uma margem de prejuízo considerável.

As mesmas culturas produzidas na época da safra também apresentam níveis superiores convencionalmente, todavia, são valores que permitem abdicar de certas práticas químicas e aplicar um método mais natural. Os benefícios econômicos serão com uma margem insignificamente menor, mas haverá produtos mais saudáveis e um ambiente mais purificado.

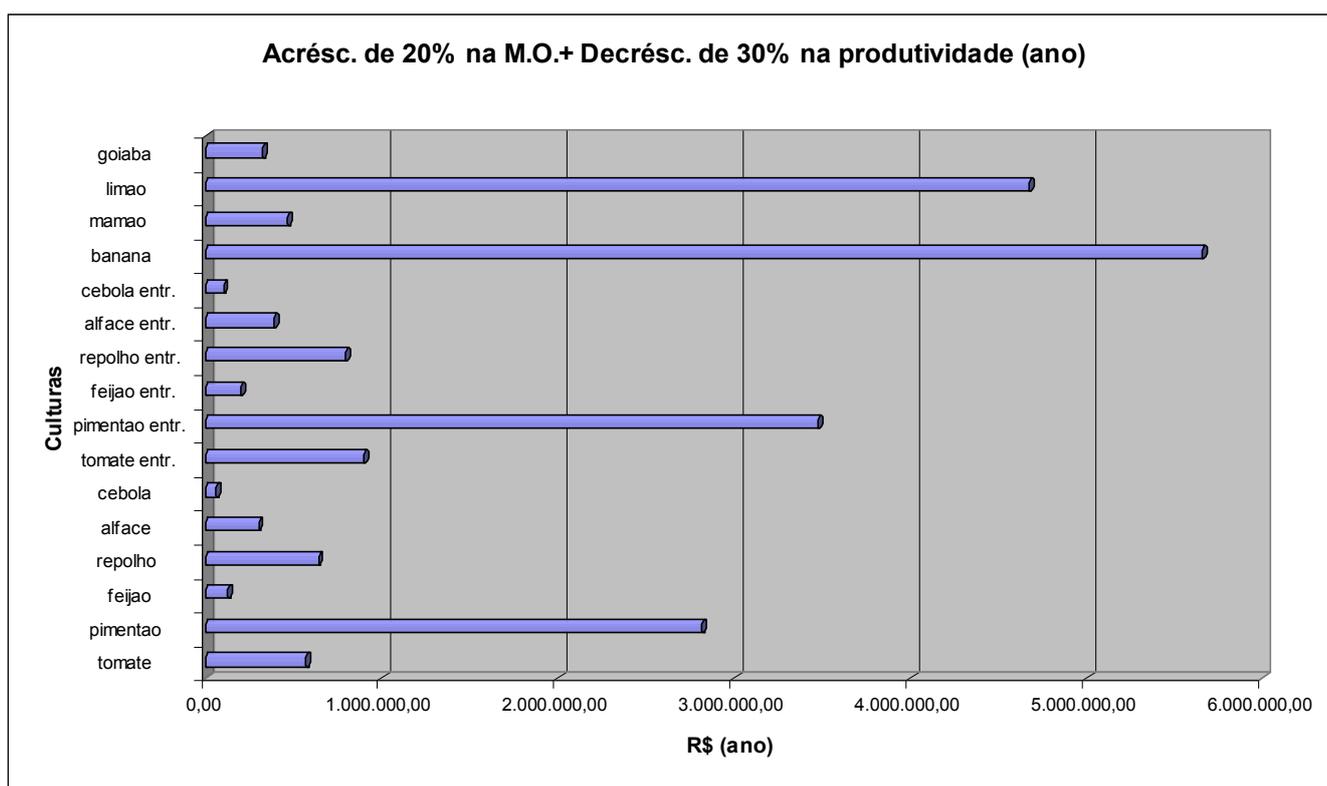


Figura 6.25 – Receita líquida por cultura na S3 (acréscimo de 20% na mão de obra) R\$/ano.

Foi estudado também, uma situação na qual se acrescentou 30% nos custos com mão-de-obra, além dos 30% na redução da produção. Percebe-se uma diminuição ainda maior nos benefícios econômicos, situação já esperada. Apesar de ainda apresentar como num todo um valor maior neste manejo e com estas condições que o convencional, ao analisar cada cultura

percebe-se que seria mais vantajoso aplicar os métodos convencionais em determinados produtos.

Além das culturas que já apresentam uma conjuntura de vantagem econômica para o convencional, ao produzir tomate no período da entressafra o produtor já obterá uma maior receita em relação ao tomate orgânico. O aumento desta receita ficará em torno de R\$ 99,44 /ha, cerca de R\$ 1.151,00 mil ao mês.

Uma diferença bem maior gerada pelo modelo se encontra com o pimentão na entressafra com R\$ 1.152,00 /ha, equivalente a R\$ 14.309,00 ao mês. Este valor é bastante representativo para os devido agricultores da região em estudo, portanto, deve ser estimulado este sistema de produção para tal cultura.

Tabela 6.21 – Dados da S3 (acrécimo de 30% na mão de obra) ano.

Cenários	Acrécimo de 30% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 30% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,29	21.195.003,61	367.214	0,00	8,151
C2	1.559,03	21.115.404,23	368.267	0,00	8,164
C3	1.537,50	21.195.346,59	367.207	0,00	8,152
C4	1.537,50	21.195.388,09	367.214	0,00	8,152
C5	1.559,02	21.115.404,79	368.268	0,00	8,164

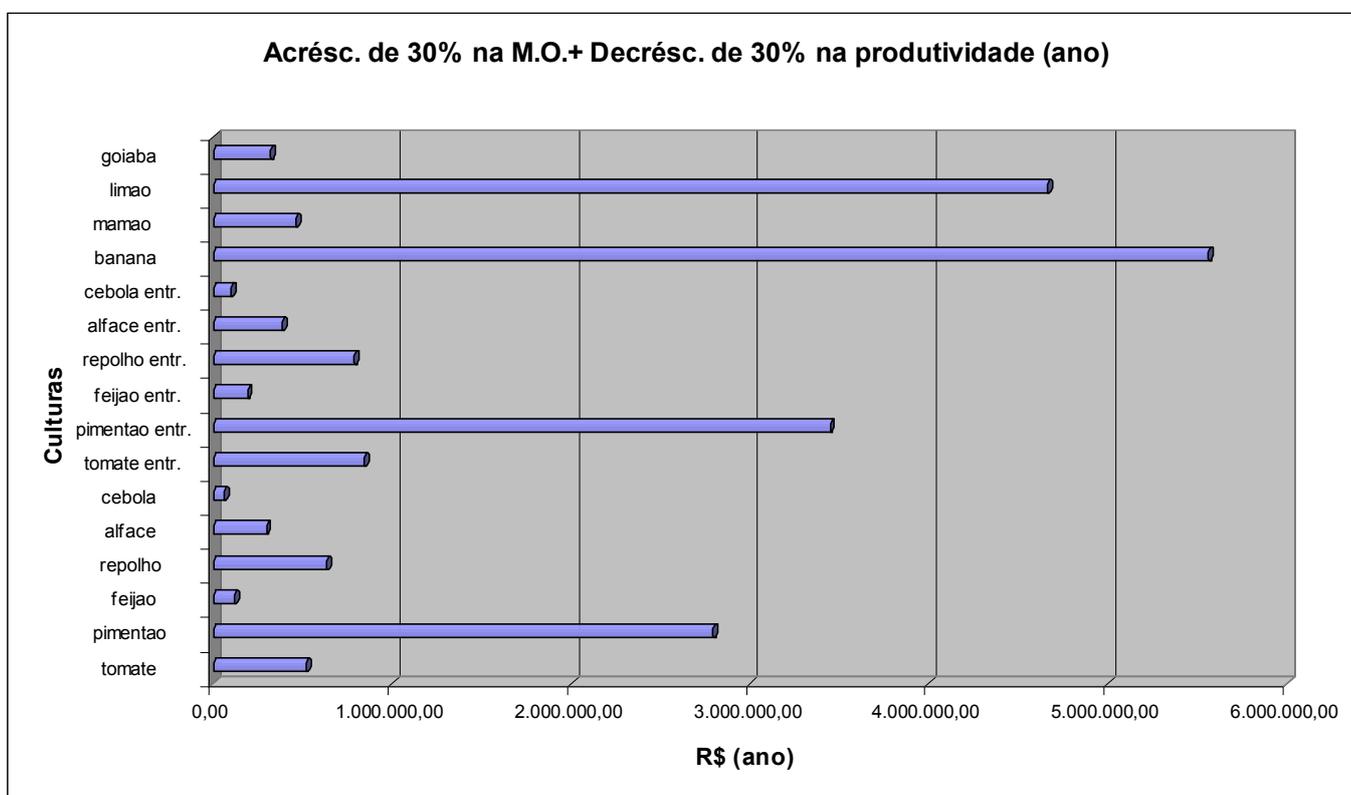


Figura 6.26 – Receita líquida por cultura na S3 (acrécimo de 30% na mão de obra) R\$/ano.

A Figura 6.26 mostra a redução nos valores totais anuais das culturas nas condições impostas em discussão em comparação às situações já debatidas. A exploração da cultura da banana, maior receita líquida, se encontra com R\$ 5.565.853,58 /ano, enquanto que a mesma cultura, mas com redução apenas na produtividade de 10% (S1) e com os mesmos aumentos de mão-de-obra (30%) apresenta valores de R\$ 7.680.853,58 /ano uma diferença de R\$ 2.115.000,00 milhões ao ano, fato devido apenas a esse decréscimo na produtividade.

Aplicando um aumento de 40% na mão-de-obra e utilizando o mesmo índice na produtividade (S3), o modelo de otimização gerou valores que estão expostos na Tabela 6.22, na qual permanecem os mesmos dados de área plantada e necessidades hídricas para as culturas, enquanto que na geração de oportunidade de trabalho apresentou resultado mais satisfatório. Entretanto, como aguardado, valores reduzidos de receita líquida.

Esta análise disponibilizou também a Figura que representa a receita líquida gerada nestas condições. Tal Figura revela que a cultura da banana, do limão, pimentão e tomate continuam sendo as que apresentam os melhores índices lucrativos. Portanto, devem ser incentivados para a produção.

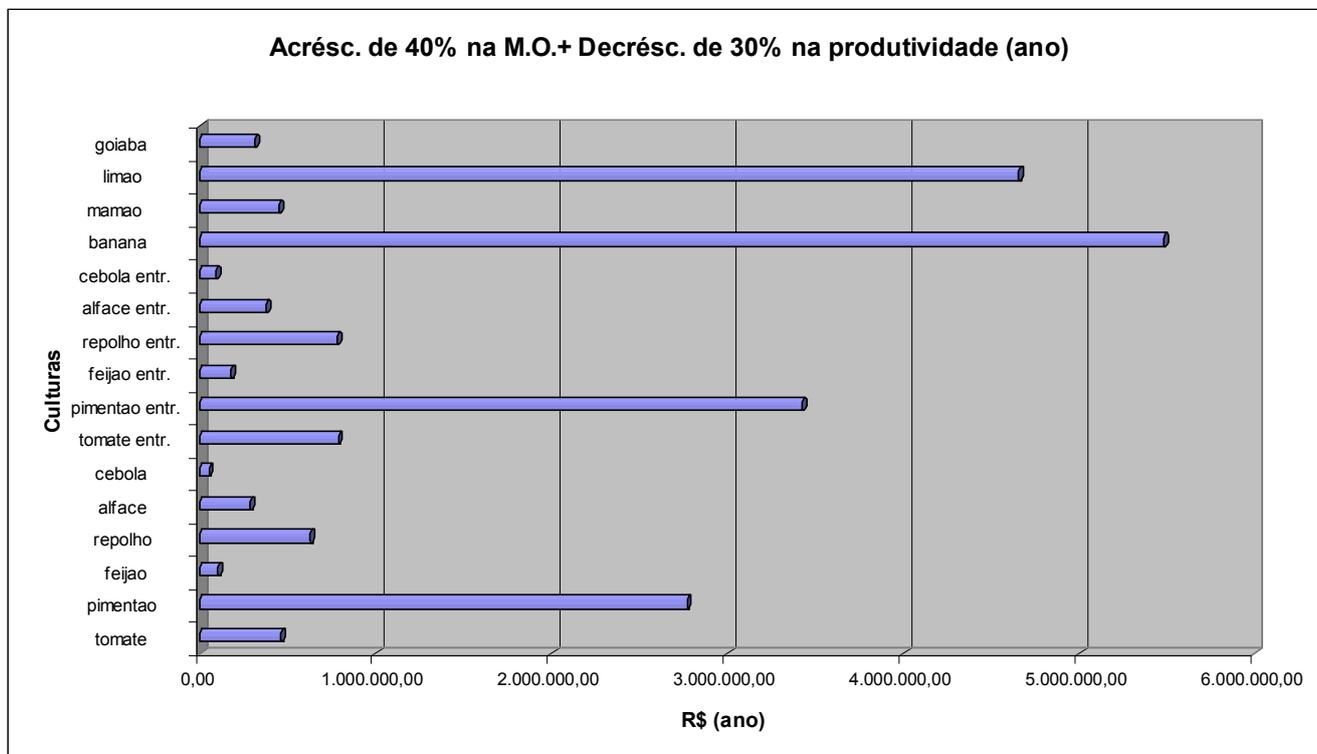


Figura 6.27 – Receita líquida por cultura na S3 (acréscimo de 40% na mão de obra) R\$/ano.

Tabela 6.22 – Dados da S3 (acrésimo de 40% na mão de obra) ano.

Cenários	Acrésimo de 40% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 30% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,27	20.876.258,50	388.005	0,00	8,151
C2	1.559,02	20.795.888,76	389.124	0,00	8,164
C3	1.537,50	20.876.629,07	388.005	0,00	8,152
C4	1.537,49	20.876.559,42	388.004	0,00	8,152
C5	1.559,00	20.795.895,53	389.122	0,00	8,164

Observa-se que todas as culturas já citadas e que fazem parte do grupo onde sua exploração via manejo convencional é a mais viável economicamente, são reforçadas com as devidas condições em análise. O pimentão (safra) causará ao produtor um acréscimo de R\$ 7.356,06 ao mês caso opte pelo manejo convencional. O feijão, repolho e a alface gerarão um incremento de R\$ 3.951,48 /mês; R\$ 2.250,00 /mês e R\$ 2.152,71 /mês, respectivamente. Na época da entressafra, incluem o tomate com R\$ 5.690,42 /mês a mais que o orgânico, o pimentão com R\$ 16.296,07 /mês; feijão com R\$ 4.849,55 /mês; repolho cerca de R\$ 4.546,88 /mês e a alface gerando R\$ 3.053,62 /mês. Deste modo, para um melhor aproveitamento financeiro do setor agrícola em estudo, deverá ocorrer uma separação nos cultivos com as culturas citadas sendo exploradas pelo sistema tradicional e o restante pelo natural, isto é, orgânico.

Os maiores valores que implicam numa utilização do manejo orgânico são os da banana que apresenta R\$ 40.266,77 ao mês a mais que convencionalmente cultivado e o limão com R\$ 25.281,00 /mês, além destas o tomate na safra, a cebola (safra e entressafra), o mamão e a goiaba também incluem neste pensamento, portanto sendo aconselhável o desenvolvimento de práticas orgânicas na produção destas culturas.

Utilizando a S3, mas com um aumento na ordem de 50% nos gastos com mão-de-obra no cultivo, o modelo de otimização multiobjetivo apontou o C4 como o cenário que disponibilizará as maiores receitas líquidas nestas condições. A Tabela 6.23 apresenta tais valores por cenário, inclusive valores de área planta total e irrigação sem alteração nestes índices, entretanto revelando o maior benefício social pesquisado na S3.

Tabela 6.23 – Dados da S3 (acrésimo de 50% na mão de obra) ano.

Cenários	Acrésimo de 50% na Mão-de-Obra + Decréscimo de 30% na Produtividade				
	Área Plan. Total (ha)	Rec. Liq. (R\$)	Mao-de-Obra (H/D)	Adub.+ Def. (T)	Irr.Cultura (hm3)
C1	1.537,50	20.557.865,15	407.527	0,00	8,152
C2	1.559,02	20.476.372,94	408.698	0,00	8,164
C3	1.537,59	20.557.528,56	407.525	0,00	8,152
C4	1.537,50	20.557.872,00	407.530	0,00	8,152
C5	1.559,02	20.476.326,52	408.698	0,00	8,164

Com relação aos valores de receita líquida, a Figura 6.28 possibilita averiguar que apesar da redução, o total desta receita se apresenta maior que a convencional, cerca de R\$ 20.557.872,00 por ano, o que equivale a R\$ 113.982,58 /ano superior. A banana continua com os maiores valores, cerca de R\$ 5.393.269,58 /ano.

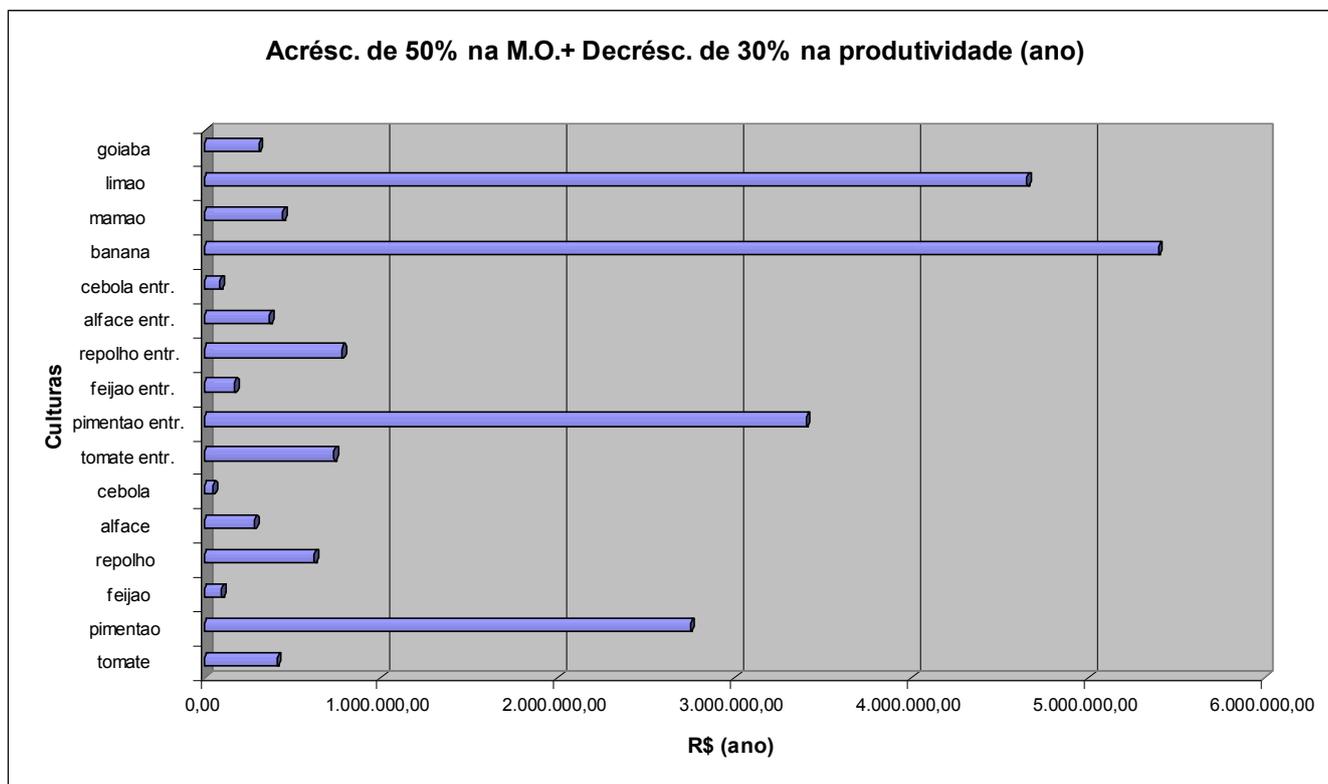


Figura 6.28 – Receita líquida por cultura na S3 (acréscimo de 50% na mão de obra) R\$/ano.

Apenas a cultura da cebola (safra e entressafra) com valores insignificantes na ordem de R\$ 10,39 no mês (entressafra) superior, banana, mamão, limão e goiaba não são economicamente favorável a exploração por meio de práticas convencionais. Entretanto, o restante das culturas renderá suficientemente mais no manejo não natural, que é aconselhável tal prática.

O pimentão e o tomate na entressafra se destacam com os maiores valores. O primeiro renderá em torno de R\$ 18.282,73 /mês a mais que o produto produzido organicamente, este valor revela um acréscimo de R\$ 1.472,43 por ha. Já para o tomate, a diferença para o convencional será de R\$ 10.229,45 /mês, algo em torno de R\$ 883,44 /hectare. Portanto, estas culturas devem ser estimuladas entre os produtores nesta área do Boqueirão.

Observa-se que quando compara-se a agricultura orgânica com a convencional, a orgânica apresenta-se sempre superior em termos de RL à convencional. Apenas quando ocorre um acréscimo de 50% da mão-de-obra e decréscimo de 30% da produtividade é que as receitas líquidas de ambos os manejos começam a se equiparar em termo de C1 (R\$ 20.443.889,42 para convencional e R\$ 20.557.865,15 para a orgânica).

CAPÍTULO XII

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 – CONCLUSÕES

De acordo com a pesquisa, desenvolvida através da aplicação do modelo multiobjetivo de Santos (2007), baseado em programação linear para um período de 10 anos consecutivos em um sistema agrícola do município de Boqueirão, percebe-se que os valores concebidos pelo software para as culturas envolvidas, os manejos selecionados para análise, além de todos os itens necessários envolvidos num processo produtivo agrícola, possibilitaram o entendimento das melhores condições e práticas mais relevantes na obtenção de sucesso do meio agrícola estudado, permitindo assim, atingir os objetivos propostos no trabalho.

Os resultados obtidos e apresentados na execução do presente trabalho permitem que o produtor possa ter as ferramentas necessárias na tomada de decisão das práticas operacionais em seu empreendimento possibilitando, portanto, uma gerencia mais adequada na busca dos melhores benefícios possíveis, sob os aspectos econômico, social e ambiental.

Com relação ao tempo necessário para a obtenção dos valores gerados pelo método, ou seja, a eficiência na geração dos resultados, para os 10 anos, por cenário e situações criadas, o modelo se apresentou com uma velocidade de aproximadamente dez segundos, atingindo assim o ótimo global. Além disto, a coerência apresentada nas respostas obtidas com as modificações das situações, condições e cenários propostos, o modelo se comportou com bastante eficácia.

Conforme os valores alcançados no decorrer da pesquisa para os diferentes cenários, situações e manejos pode ser concluído que:

No manejo convencional o produtor poderá obter um maior benefício econômico caso opte por desenvolver práticas dentro das condições empregadas no cenário 1 (maximização da receita líquida), pouco mais de 0,065% superior que o segundo maior resultado.

Este resultado quando comparado ao manejo orgânico, é inferior inclusive as piores situações e condições impostas para análise que é de C5 com acréscimo de 50% na mão-de-obra e decréscimo de 30% na produtividade, cerca de 0,15%. Com relação à melhor situação orgânica, este índice sobe para 32,62%. Portanto, aconselha-se explorar, numa maneira global, produtos orgânicos.

Segundo o modelo, o maior benefício social encontrado convencionalmente foi no C2 (maximização da mão-de-obra) com níveis bastante semelhantes quando comparado ao resultado menos favorável do manejo orgânico, caso das análises sem adição de mão-de-obra independentemente de decréscimos na produtividade. Deste modo, também se recomenda a utilização do sistema orgânico.

Contudo, considerando acréscimos nos custos com mão-de-obra entre 10 e 50% no manejo orgânico, os valores disponibilizados pelo modelo para o cultivo convencional revela uma significativa redução nos benefícios, reforçando assim, o incentivo na prática deste manejo sob aspecto de geração de trabalho.

O C3 convencional apresentou em todos os seus componentes estudados, os menores valores. Assim sendo, podendo ser descartado em uma primeira análise.

Dentre os cenários do sistema não natural, a menor possibilidade de impactos no ambiente devido ao uso de produtos químicos, se encontra no cenário 5 (pesos iguais para receita líquida e uso de agrotóxicos). Com um valor aproximadamente 9,25% menor de quantidades necessárias no cultivo dos produtos com relação aos outros cenários, o produtor terá condições de produzir num mesmo patamar e agredir menos o ecossistema. Esta redução também se configura na necessidade de menos irrigação que este cenário exigiu, isto, é menos água para lixiviar ou transportar os agrotóxicos, menor a possibilidade de contaminação.

Tal comparação com o cultivo orgânico torna-se desnecessário, já que a utilização neste sistema foi considerada zero. Portanto, ambientalmente, o benefício é extremamente superior para o orgânico.

O cenário 7 (pesos iguais para os três aspectos em análise) apresentou uma das maiores áreas de plantação total, quantidades de agrotóxicos bastante elevados, além das maiores necessidades hídricas, possibilitando também, um grande potencial de contaminação sem benefícios econômicos ou sociais significativos. Logo, devendo ser descartado pelo produtor.

Os resultados com relação às análises do sistema orgânico revelam independentemente das situações e numa análise global, que é sem dúvida mais vantajoso desenvolver práticas e conceitos orgânicos no sistema agrícola investigado, além disto, apresentou uma tendência de redução nos benefícios econômicos ao se introduzir, de maneira gradativa, tanto incrementos nos gastos com mão-de-obra no cultivo, quanto na diminuição dos índices de produtividade.

Quando implementado um decréscimo de apenas 10% na produtividade (situação 1), sem custo com mão-de-obra, melhores índices introduzidos, os valores gerados pelo modelo revelaram os melhores benefícios econômicos comparando com as demais situações e com o sistema convencional. Entretanto, os parâmetros sociais, a irrigação por cultura além das áreas plantadas totais permaneceu praticamente inalteradas em todas as análises.

Para a S1, o maior benefício financeiro encontrado foi 13,5% superior ao encontrado na S2 e cerca de 26,9% na S3. Todos estes valores provenientes de custos zero de mão-de-obra. Então, entende-se que a agricultura orgânica será mais vantajosa em relação ao sistema convencional, na medida em que o ambiente se adéque as novas práticas e, conseqüentemente, melhorar os rendimentos produtivos para cada cultura explorada.

Para umas poucas culturas, a agricultura convencional se apresentou com melhores receitas apenas com relação a S3 sob condições de custos na mão-de-obra entre 0 e 50%. Sem os gastos com mão-de-obra, apenas as culturas do pimentão, feijão, repolho e a alface apresentaram vantagens. Com 10% as mesmas culturas. Quando introduzido 20% da mão-de-obra, aumentou os lucros destas culturas. Com 30% de incremento, acrescentou a cultura do tomate como umas das mais lucrativas no manejo convencional. Aos realizar o incremento de 40%, as mesmas culturas se destacaram com um pequeno aumento nos lucros, e aos 50% o C4 apresentou os melhores resultados com as mesmas culturas já citadas e com margens lucrativas maiores.

O sistema hídrico estudado não apresenta falhas no atendimento às situações analisadas neste trabalho, tanto sob o aspecto das necessidades hídricas agronômicas, quanto às quantidades exigidas ao consumo humano, permitindo ao gestor desenvolver os melhores mecanismos de obtenção dos melhores benefícios.

Estas informações reforçam a teoria de que ao implementar uma mudança na metodologia de cultivo, ou seja, migrar do manejo tradicional para o natural, o produtor terá resultados menos expressivos nos 2 ou 3 primeiros anos de exploração orgânica, porém, com a desintoxicação do solo e da água e a utilização correta dos recursos naturais, num prazo de aproximadamente 4 a 5 anos o agricultor obterá resultados superiores acerca dos benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Ao adotar práticas conservacionistas em sua plantação, o produtor alcançará aumentos significativos em sua receita líquida, possibilitará uma maior concentração de mão-de-obra especializada nos cultivos das lavouras, além de preservar a estrutura macro e microbiológica pertencentes ao ecossistema da região explorada.

7.2 – RECOMENDAÇÕES

Para um melhoramento dos resultados e uma análise mais completa de uma área agrícola ou de um perímetro irrigado, utilizando o modelo de otimização aplicado neste trabalho, algumas recomendações podem ser sugeridas para a ampliação ou concretização do conhecimento da área estudada e do modelo de otimização aplicado.

Sugestões como a implementação dos dados de qualidade de água no modelo, seleção e escolha de outras culturas para serem plantadas nos perímetros, estudo nas variações nos preços de mercado para a cultura, além da inclusão de novas metodologias de cultivo, poderão ser incorporadas ao estudo resultando numa pesquisa mais robusta e mais perto da realidade de um sistema de produção agroindustrial.

Para uma ampliação das comparações dos manejos estudados, e conseqüentemente, aumentar o poder decisório no que diz respeito ao uso do manejo que trará mais benefícios, sugere-se a inclusão de mais índices produtivos e de custos, além de situações diversas de cada prática agrícola.

Verificar o que tem mais efeito na receita líquida, o aumento da mão-de-obra ou a redução na produtividade do manejo orgânico.

REFERÊNCIAS

- AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Dados mensais de volumes do reservatório Epitácio Pessoa – Boqueirão. 2008. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 27 de junho de 2008.
- AIAB – ASSOCIAÇÃO DOS IRRIGANTES DO AÇUDE BOQUEIRÃO. Cadastro dos irrigantes. 2008. Documento não publicado.
- ALENCAR, V. C.; MOTA, J. C.; SANTOS, V.; VIEIRA, A. S.; CURI, W. F.. *Análise de otimização multiobjetivo, visando a sustentabilidade no uso da produção agrícola convencional e orgânica. Anais do XVIII Simpósio de Brasileiro de Recursos Hídricos*, ABRH, Campo Grande-MS, 2009, CD-ROM.
- ALENCAR, V. C.(2009). Análises multiobjetivo, baseada em programação linear, e comparativas para agricultura de manejo convencional e orgânico. Campina Grande: UFCG – Curso de Pós-graduação em Recursos Naturais, Tese de Doutorado.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Pesquisa realizada acerca da contaminação das frutas e verduras por agrotóxicos. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 1 de abril de 2009.
- BANCO DO NORDESTE S/A (2008). *Manual de Orçamentos Agropecuários*. Campina Grande – PB.
- BERNARDO, D.J.; WHITTLESEY, N.K.; SAXTON, K.E.; BASSET, D.L. Irrigation optimization under limited water supply. *Transactions of. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, St. Joseph, v.31, p.712-719, 1988.
- BONILLA, J. A. *Fundamentos da Agricultura Ecológica: sobrevivência e qualidade de vida*. São Paulo: Nobel, 1992.
- BRAGA, B.; GOBETTI, L. (2002). *Análise Multiobjetivo*. In: Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos. 2ª Edição. Editora da Universidade/UFRGS– ABRH. Porto Alegre, p. 361-420.
- BRAGA, B. P. F., BARBOSA, P. S. F., NAKAYAMA, P. T. (1998), Sistemas de Suporte à Decisão em Recursos Hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, V. 3, N. 3, Julho/Setembro 1998, p.73-95.
- CARMO, M. S. do; MAGALHÃES, M.M. de. Agricultura sustentável: avaliação da eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção. *Informações Econômicas*, São Paulo: IEA, v. 29, n. 7, p. 7-98, jul. 1999.

- CARVALHO, D. F. C., SOARES, A. A., RIBEIRO, C. A. A. S., SEDIYAMA, G. C. e PRUSKI, F. F. (2000). *Otimização do Uso da Água no Perímetro Irrigado do Gorutuba, Utilizando-s a Técnica da Programação Linear*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 4, n. 2, p. 203-209.
- COHON, J. L.; MARKS, D. H. (1975). *A Review and Evaluation of Multiobjective Programming Techniques*. Water Resources Research, v. 11, n. 2. p. 208-220.
- CRAWLEY, P. D., DANDY, G. C. (1993). *Optimal Operation of Multiple-Reservoir System*. Journal of Water Resources Planning and Management, v. 119, n.1, p.1-17.
- CURI, W. F e CURI, R.C. (2001). *CISDERGO – Cropping and Irrigation System Design with Reservoir and Groundwater Optimal Operation*. In: Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Aracaju. CD-ROM.
- CURI, W. F., CURI, R. C. 1998, Otimização Integrada do Reservatório Engenheiro Arcoverde e do Perímetro Irrigado da cidade de Condado - PB. *Anais do IV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, ABRH, Campina Grande-PB, 1998, CD-ROM.
- DAHLQUIST, G. & BJORCK, A. Numerical Methods. Prentice-Hall, 1974.
- DANTAS NETO, J. (1994). *Modelos de Decisão para Otimização do Padrão de Cultivo, em Áreas Irrigadas, Baseados nas Funções de Resposta das Cultua à Água*. Botucatu: UNESP. 125p. Tese de Doutorado.
- DAROLT, M.R. As Dimensões da Sustentabilidade: Um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR. Curitiba, 2000. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná/ParisVII. 310 p.
- DAROLT, M. R. Agricultura Orgânica – Inventando o futuro. 2001.
- DNOCS – DEPARTAMENTO DE OBRAS CONTRA AS SECAS. Estudo de viabilidade ambiental do açude público Epitácio Pessoa. João Pessoa. DNOCS/SCIENTEC. 2007.
- DNOCS – DEPARTAMENTO DE OBRAS CONTRA AS SECAS. Relatório Açude Boqueirão. Campina Grande, 1963. 8p.
- EDWARDS, C.A. (1973). *Persistent pesticides in the environment*. (Second Edition) U.S.A.: CRC Press. 170p
- EMATER – EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Cadastro dos irrigantes. 2008. Documento não publicado.
- FEIRING, B. R. et al. (1998). *A Stochastic Programming Model for Water Resource Planning*. Mathematical and Computer Modelling, vol. 27, p. 1-7.
- GLIESSMAN, S. R. (ed.). 1990. *Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*. Ecological Studies Series no. 78. New York: Springer-Verlag.

- GOMES, H. P. (1999). *Engenharia de Irrigação Hidráulica dos Sistemas Pressurizados, Aspersão e Gotejamento*. Editora Universitária – UFPB, Campina Grande-PB, 3ª Edição. 412p.
- Instituto de Economia Agrícola - Governo de São Paulo - São Paulo, 1988.
- KUO, S.F.; LIU, C.W.; CHEIN, S.K. (2003). *Comparative Study of Optimization Techniques for Irrigation Project Planning*. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), p. 59-73.
- LAMPKIN, N.H. & PADEL, S (ed.). *The Economics of Organic Farming: an international perspective*. Wallingford, UK: Cab International. 468 p. 1994.
- MANNOCCHI, F.; MECARELLI, P. (1994). *Optimization Analysis of Deficit Irrigation Systems*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.120, n.3, p.484-503.
- MATANGA, G.B.; MARIÑO, M.A. (1979). *Irrigation Planning 1. Cropping Pattern*. Water Resources Research, v.15, n.3, p. 672-8.
- MATEUS, G. R.; LUNA, H. P. C. (1986). *Programação Não Linear*. Belo Horizonte. UFMG, 289p.
- MATOS, A. T.; BRASIL, M. S.; FONSECA, S. P. P. Aproveitamento de efluentes líquidos domésticos e agroindustriais na agricultura. In: Encontro de Preservação de Mananciais da Zona da Mata Mineira, Viçosa, 2, 2003, Anais., Viçosa: ABES, 2003. p.25-79.
- MOHAN, S. & RAIPURE, D. M. (1992). *Multiobjective Analysis of Multireservoir System*. Journal of Water resources Planning and Management, vol. 118, p. 356-370.
- MOREIRA, J.C. et al. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo/RJ. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002.
- NEVES, E.M.; GRAÇA, R.L.; McCARL, B. Programação matemática aplicada a dados experimentais no Brasil: problemas atuais, limitações e sugestões. In: CONTIN, E. et al. *Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão*. Brasília, EMBRAPA, 1984. P.101-109.
- OLIVEIRA, J. A.; LANNA, A. E. L. (1997). *Otimização de um Sistema de Reservatórios Atendendo a Múltiplos Usos no Nordeste Brasileiro*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.2, n.2, p. 123-141.
- PASCHOAL, Lavoura sem contra-indicação. *Manual de Agricultura Orgânica*, p.6-9, 1990.
- REPORTAGEM. Falsa Promessa. Disponível em <<http://www.oficinainforma.com.br/semana/leituras-20021228/01htm>> Acesso em 21 fev 2003.
- RIGHETTO, A. M., FILHO, J. A. G. (2003). *Utilização Ótima dos Recursos Hídricos*

Superficiais do Estado do Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 8, n. 2 p. 19-29.

RODRIGUES, J.A.L.; COSTA, R.N.T.; FRIZZONE, J.A.; AGUIAR, J.V. Plano ótimo de cultivo no projeto de irrigação morada nova, Ceará, utilizando modelo de programação linear. Revista Irriga, UNESP Botucatu, SP, v.5, n.3, ISSN 1413-7895, p. 199-221, 2000.

ROS, D. A.; BARROS, M. (2003). *Estratégias Operacionais de Sistemas Hidroenergeticos: Impactos de Diferentes Objetivos*. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba. CD-ROM

SANTOS, V. S. (2007). *Um modelo de otimização multiobjetivo para análise de sistemas de recursos hídricos*. Campina Grande: UFPB – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração: Recursos Hídricos, Dissertação de Mestrado.

SANTOS, J. G. R.; SANTOS, E. C. X. R. *Agricultura Orgânica: Teoria e Prática*. 1. ed. Campina Grande-PB: Editora da Universidade Estadual da Paraíba, 2008. v. 400. 230 p.

SEMARH – SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS. PERH-PB – Plano Estadual de Recursos Hídricos. Resumo executivo e atlas. Governo do Estado da Paraíba. Secretaria de Estado a Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba. AESA. Brasília. DF: Consórcio TC/BR - Concremat. 2006. 112p.

SEMARH. Levantamento Batimétrico do Açude Epitácio Pessoa – Boqueirão/ PB. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais – SEMARH. 2004.

SIMONOVIC, S. P. (1992). *Reservoir System Analysis: Closing Gap between Theory and Practice*. Journal of Water Resources Planning and Management. v. 118, n. 3, p. 262- 280.

SYLVANDER, B. Le marché des produits biologiques et la demande. INRA-UREQUA, Le Mans, 27 p. 1998.

SUDENE (1990). *Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste – Estado da Paraíba*. Série pluviométrica 5. Recife – PE. Brasil.

TRAVA, J.; HEERMAN, D.F.; LABADIE, J.W. Optimal on-farm allocation of irrigation water. *Transactions of ASEA*, v.20, n.1, p.85-8, 1977.

TSAI, Y.J.; JONES, J.W.; MISHOE, J.W. Optimizing multiple cropping systems: a systems approach. *Transactions of ASEA*, v.30, n.6, p.1554-61, 1987.

VEIGA, J. E. Problemas da Transição à Agricultura Sustentável. In: Estudos Econômicos, São Paulo, vol.24, n.º especial, 1994.

VIEIRA, ZÉDINA MARIA DE CASTRO LUCENA. Metodologia de análise de conflitos na implantação de medidas de gestão da demanda de água. Tese de Doutorado. Programa de

pós-graduação em recursos naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba. 2008.

ZAMBERLAN, J.; FRONCHETI, A. *Agricultura ecológica: Preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente*. 3º edição, Petrópolis-RJ: Ed.Vozes, 2007. 216p.

WURBS, R. A. (1996). *Modeling and Analysis of Reservoir System Operations*. Editorial Prentice-Hall, Inc. 356p.

WIKIMÍDIA. Município de Boqueirão. 2009. Disponível em:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paraiba_Municip_Boqueirao.svg>. Acesso em: 10/10/2009.