

## **Análise das variações na receita líquida otimizada de uma área irrigada sujeita a manejo convencional e ecológico.**

Analysis of variations in the net optimized revenue obtained in a irrigated area subject to conventional and ecological agricultural handling.

CABRAL, Wendel Silva <sup>1</sup>; CURI, Rosires Catão <sup>2</sup>; CURI, Wilson Fadlo <sup>3</sup>; ALENCAR, Vladimir Costa <sup>4</sup>

1 Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande/PB, Brasil, wendel\_cabral@yahoo.com.br; 2 Docente da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, Campina Grande/PB, Brasil, rosirescuri@yahoo.com.br; 3 Docente da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande/PB, Brasil, wfcuri@yahoo.com.br; 4 Docente da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande/PB, Brasil, valencar@gmail.com

---

**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, do lucro e da conservação do meio ambiente. 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 a proporcionar uma melhor solução para os processos que ocorrem neste setor produtivo. O objetivo do trabalho foi a comparação através de simulações de cenários com diferentes funções objetivo entre a agricultura convencional e a ecológica, de uma área irrigada no município de Boqueirão, PB, tendo como base de comparação benefícios econômicos (receita líquida), sociais (geração de mão-de-obra) e ambientais (uso de produtos químicos). As comparações foram efetuadas usando-se a ferramenta matemática e computacional CISDERGO. Os resultados mostraram que o manejo ecológico gera uma maior rentabilidade que o convencional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura convencional e ecológica; otimização; simulação.

**ABSTRACT:** With the objective of accelerating food production to assist the population growth, the process of obtaining new agricultural methodologies proceeds in the sense, among others, of maximizing the productivity, the profit and the conservation of the environment. That's the importance of researches in mechanisms that result in a sustainable balance among financial, social and environmental aspects. In this context, the optimization models can provide a better solution to the processes that happen in the agricultural productive sector. The goal of the work was a comparison through simulations of scenarios with different objective functions between the conventional and ecological farming of an irrigated area in the municipality of Boqueirão, PB, taking as a basis for comparison the benefits: economical (liquid revenue), social (labor generation) and environmental (use of chemical products). Comparisons were made using the mathematical and computational tool CISDERGO. The results showed that the ecological farming generates higher economic benefit than conventional farming.

**KEY WORDS:** Conventional and ecologic agriculture, optimization, simulation.

## Introdução

O crescimento populacional no mundo, concomitante ao advento da industrialização e urbanização, 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. Uma das mais fortes demandas aconteceu no setor de alimentos, uma vez que o aumento populacional atrelado ao crescimento da renda de vários países impuseram a necessidade de produzir-se alimento em escalas cada vez maiores. O processo de obtenção de novas metodologias agrícolas, com o intuito de aumentar a produtividade, ocorreu sem a devida preocupação na preservação do meio ambiente.

Na agricultura convencional, devido à necessidade de produzir mais em menos tempo, faz-se uso de produtos inorgânicos, tais como adubos químicos e agrotóxicos, que por um lado favoreciam a produção em larga escala, mas a médio e longo prazos danificavam o meio ambiente e traziam sérios problemas de saúde tanto para as pessoas envolvidas na produção como para os consumidores dos alimentos produzidos. Para Bonilla (1992), a Revolução Verde teve como objetivo 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, uso de agrotóxicos para controle de doenças e plantas espontâneas, controle químico de pragas, doenças agrícolas e manipulação genética de plantas cultivadas.

A partir da década de 70, em resposta aos graves problemas ambientais que a agricultura convencional tinha produzido, iniciou-se ao movimento de mudança de paradigma na maneira de se fazer agricultura. A essa nova forma de se fazer agricultura denominou-se de agricultura ecológica.

A agricultura ecológica introduziu a idéia de que a mudança do modo de produção deveria aliar

as necessidades ecológicas com as sócio-econômicas (DE ASSIS, 2005). De acordo com Lutzenberger (1983), a agricultura ecológica parte de uma visão unitária e sistêmica, isto é, uma visão de conjunto, na qual a propriedade agrícola é encarada como uma “Unidade Funcional” de um sistema maior – a natureza.

A unidade de produção agrícola, como organismo independente, trata, por exemplo, a fertilidade do solo e a saúde das plantas como fatores inseparáveis. A preocupação fundamental do agricultor ecológico é a melhoria e manutenção da fertilidade natural do solo, sabendo que esta fertilidade está muito relacionada com a microvida do solo, possibilitando a obtenção de plantas saudáveis e, portanto, em condições de suportarem e reagirem a pragas e agentes patogênicos. Dessa forma, a agricultura ecológica procura um maior equilíbrio com o ambiente, buscando desenhos agrícolas mais integrados e o manejo dos solos mais racional. Além disso é dirigida à propriedades médias e grandes e não somente às pequenas (JESUS, 1996).

Gliessman (1990) já afirmava que, sob o ponto de vista agroecológico, existe relativo consenso de que a agricultura sustentável é aquela que, a partir de uma compreensão holística dos agroecossistemas, seja capaz de atender, de maneira integrada, aos seguintes critérios: a) baixa dependência de input comerciais; b) uso de recursos renováveis localmente acessíveis; c) utilização dos impactos benéficos ou benignos do meio ambiente local; d) aceitação e/ou tolerância das condições locais, não optando pela dependência de agroquímicos; e) manutenção a longo prazo da capacidade produtiva; f) preservação da diversidade biológica e cultural; g) utilização do conhecimento e da cultura da população local e h) produção de mercadorias para o consumo interno e para a exportação. Para Altieri (2002), a expressão agricultura sustentável

se refere à “busca de rendimentos duráveis, a longo prazo, através do uso de tecnologias de manejo ecologicamente adequadas”, o que requer a “otimização do sistema como um todo e não apenas o rendimento máximo de qualquer produto específico”.

Características bastante significativas diferenciam os dois manejos: ecológico e convencional. Uma das razões pelas quais muitos agricultores ainda não optaram por um manejo agroecológico é a percepção de que a agricultura ecológica seja menos lucrativa que a convencional. É comum a assertiva de que “orgânicos não geram renda” e de que “em grandes áreas é impossível produzir sem agrotóxicos e sem adubos químicos”.

Portanto, se faz necessário estudos que possam dar subsídios aos agricultores sobre as possibilidades de lucro com a agricultura ecológica. Estudos que simulem os retornos financeiros e geração de empregos com base em dados de campo para manejos convencionais e ecológicos forneceriam indicadores que permitiriam uma melhor tomada de decisão dos agricultores. Neste contexto, simulações de diversos cenários agrícolas efetuadas com base em modelos de otimização com diferentes funções objetivo permitiriam uma maior visão do problema decisório.

Técnicas de otimização são largamente usadas para o planejamento em todos os setores produtivos. 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 (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 - Cropping and Irrigation System Design with Reservoir and Groundwater Optimal Operation, 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, como a origem e a disponibilidade da água a ser captada, demandas por água, sistemas de irrigação, conjunto motor-bomba, uso de agrotóxicos, insumos, tipos de cultura, cotas topográficas e dos níveis de água no reservatório, enfim, um conjunto de dados físicos, sócio-econômicos, ambientais e técnico-operacionais que, normalmente, o projetista deve dispor para analisar e projetar o sistema. Dentro deste contexto, os modelos de otimização podem vir a 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 e autonomia dos produtores.

Nos últimos anos muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o uso de modelos matemáticos computacionais, porém, pouco são os trabalhos que apresentam resultados completos, rápidos e reais 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 numerosos são os trabalhos que envolvem comparações entre a agricultura convencional e a ecológica, tendo como base de comparação os benefícios econômicos (receita líquida) e os benefícios sociais (geração de emprego).

#### Material e métodos

O estudo realizado acerca da otimização dos recursos para os manejos em análise abrange unidades agrícolas no município de Boqueirão no estado da Paraíba, localizado na microrregião do cariri oriental e com uma área territorial de 425 km<sup>2</sup> (Figura 1), com coordenadas geográficas de 7º48' latitude sul, 36º11' de longitude oeste do Greenwich e altitude média de 420 m (DNOCS, 2007).

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 m<sup>3</sup>/s (AIAB, 2008; VIEIRA, 2008; DNOCS, 2008). As culturas selecionadas para a pesquisa, com base no que já é cultivado na área, foram: tomate, alface, pimentão, feijão, repolho e cebola (estes na safra e entressafra), além da banana, goiaba, mamão e limão.

Os dados utilizados no estudo foram extraídos de Alencar (2009). O levantamento dos dados necessário para as devidas apreciações foi realizado através de visita ao local em estudo, a produtores orgânicos e ecológicos e mercados consumidores, além da obtenção através de aquisição de dados disponíveis de outros estudos, como informações hidro-climáticas, agrônômicas e sócio-econômicas.

Os dados meteorológicos, que serviram para calcular a precipitação mensal efetiva disponível para as culturas, foram obtidos através da AESA (2008), para o período de 1981 a 1990. A fonte hídrica que suplementa as necessidades hídricas das culturas agrícolas é o açude Epitácio Pessoa, que tem uma demanda de abastecimento urbano de 1m<sup>3</sup>/s, além de uma demanda de irrigação variável. Além disso, sua bacia de contribuição cobre uma área de 12.410 km<sup>2</sup>, sendo atualmente a sua capacidade de acumulação de

**Figura 1** – Localização do município de Boqueirão. Fonte:WIKIMIDIA (2009)



aproximadamente 411.686.287 m<sup>3</sup> na cota 361 (SEMARH, 2004; DNOCS, 2008). Deste açude saem os sistemas adutores de Campina Grande, do Cariri e Canudos, este último atualmente desativado. A população beneficiada é de aproximadamente 506.534 habitantes (SEMARH, 2006), em regiões apenas localizadas no território paraibano. O abastecimento urbano se apresenta como principal fonte de utilização das águas do açude. Segundo Alencar et al. (2009), no tocante à irrigação não existe um planejamento bem definido, embora exista uma área de aproximadamente 1.020 ha de terras plantadas onde se usa de práticas de irrigação.

Como características hidrológicas, a bacia hidrográfica onde está inserido o açude apresenta uma pluviometria média de 661 mm, o açude tem uma vazão regularizável bruta de 4,2 m<sup>3</sup>/s com garantia de 90%. Além disto, a vazão regularizada

líquida é em torno de 2,24m<sup>3</sup>/s para 90% de permanência, além de uma lâmina d'água que abrange uma superfície em torno de 2.700 ha (DNOCS, 2007).

Informações referentes às culturas utilizadas nas várias áreas de produção, necessárias para a caracterização das mesmas, como: tipo de irrigação, tipo de cultura, coeficiente de cultivo, produtividade, custo médio de produção, níveis de adubação química, além dos valores da mão-de-obra por hectare foram obtidos através do Manual de Orçamento Agropecuários, planilhas disponibilizadas pelo Banco do Nordeste (Tabelas 1 e 3). As áreas máximas de cada cultivo foram obtidas através da associação dos irrigantes do município de Boqueirão e da EMATER daquela localidade. A área total de produção, incluindo todos os produtores, é em torno de 1020 ha, da qual 517 ha são usadas para o cultivo de verduras

**Tabela 1** – Dados relativos aos cultivares selecionados.

Cultura	Área máxima (ha)	Preço de Venda R\$/kg <sup>(1)</sup>	Coeficiente de Cultivo <sup>(2)</sup>												Sistema de irrigação <sup>(3)</sup>		
			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	0,70	0,80	0,80	0,80	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).

e legumes no período de safra e entressafra, e 503 ha são usados para o cultivo de frutíferas. Os valores de venda dos produtos foram obtidos por meio de consulta a CEASA do estado de Pernambuco, em razão da farta disponibilidade “on line” de preços de produtos agrícolas e aplicado um redutor de 30% que corresponderia ao percentual do atravessador. Os valores assim obtidos são correspondentes aos produtos advindos do manejo convencional. Com base em pesquisas na literatura e em alguns estabelecimentos comerciais, 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 de venda dos produtos convencionais das frutas e culturas sazonais, respectivamente, para representar os preços de venda dos mesmos produtos cultivados ecologicamente. Esta majoração representa um valor médio, uma vez que a variabilidade deste percentual entre diferentes regiões e locais de venda é muito elevada. De acordo com Santos e Santos (2008), há um decréscimo de 30% na produtividade do manejo ecológico em relação ao manejo convencional, tendendo a zero com o tempo, isto é, na medida em que os agricultores e o solo se adaptam completamente ao sistema orgânico.

Na forma de cenários (Tabela 2) e sob uma situação de análise (30% de acréscimo na mão-de-obra e o decréscimo da produtividade no

manejo ecológico com relação ao convencional), 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 ecológico, sob os aspectos de comportamento do sistema, estimativas da geração de renda, geração de mão-de-obra e a utilização de agrotóxicos e adubos químicos. O intervalo de tempo usado no modelo de otimização foi dez anos.

Os cenários 1 (C1) e 2 (C2) têm como finalidade a maximização da receita líquida e da mão-de-obra, respectivamente. O cenário C3 dá pesos iguais para os três fatores em análise, que são as maximizações da receita líquida, geração de mão de obra e saúde ambiental, tanto para o manejo convencional quanto para o orgânico.

Para os devidos testes, foi utilizado o modelo de otimização CISDERGO, que considerou a análise integrada e permitiu a maximização dos benefícios econômicos da seleção apropriada de culturas agrícolas por unidade de produção. Este modelo possui como método de análise técnicas de pesquisa operacional (PO) e de sistemas de apoio à decisão (SAD). Baseia-se em programação linear seqüencial, isto é, leva em consideração a natureza não linear do problema de forma seqüencial, desenvolvido no ambiente

**Tabela 2:** Cenários da agricultura convencional e orgânica

<b>AGRICULTURA CONVENCIONAL</b>			
<b>CENÁRIOS</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
<b>ECONOMICO (Receita Líquida)</b>	MAX	0	34
<b>SOCIAL (Mão de Obra)</b>	0	MAX	33
<b>AMBIENTAL</b>	0	0	33
<b>AGRICULTURA ORGÂNICA</b>			
<b>ECONOMICO (Receita Líquida)</b>	MAX	0	MAX
<b>SOCIAL (Mão de Obra)</b>	0	MAX	MAX

MAX – Maximizar; MIN – Minimizar.

MATLAB.

A otimização foi efetuada para uma função objetivo individualmente, 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 e foi obtida através da diferença entre a renda bruta total auferida com a venda dos produtos cultivados 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, etc.. Portanto, 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.

## Resultados e discussão

### Manejo convencional

Para a agricultura convencional, para a área irrigada em estudo e com os devidos dados relacionados as culturas agrícolas, hidrológicos e do açude, o modelo matemático computacional CISDERGO apresentou uma receita líquida maior no cenário 1 (C1), com aproximadamente R\$ 20.443.889,42 por ano para o produtor que optar por este manejo. Numa área disponibilizada pelo modelo de 1.537,42 ha, este cultivo renderá cerca de R\$ 13.297,45 /ha. A cultura do pimentão entressafra se destaca com uma renda de aproximadamente R\$ 24.300,00 /ha devendo ser estimulada para o plantio.

Com relação à mão-de-obra, os resultados obtidos mostram que o cenário C2 (maximização da mão-de-obra) possibilitará cerca de 311.095 homens/dia (H/D) em toda a área de cultivo, na qual, a cultura do tomate (safra e entressafra) com 367 H/D e a banana com 213 H/D apresentaram os maiores valores para a variável mão de obra.

No que diz respeito ao uso de defensivos na

forma de agrotóxicos e adubação química, os cenários C1 e C2 apresentaram resultados bem próximos, 1550,21 e 1550,28 toneladas, respectivamente. Já para o cenário C3, o uso de adubação química e agrotóxicos foi de 471,18 toneladas. Observa-se que as culturas com maior receita líquida por hectare, tais como tomate e pimentão, são as que mais usam de adubação química e agrotóxicos. A Tabela 3 apresenta os resultados de todas as culturas com relação ao uso de agrotóxicos e adubos químicos por tonelada/ano para o cenário C2.

### Manejo orgânico

A receita líquida neste manejo, com os devidos acréscimos nos custos com mão-de-obra (30%) e com a introdução de um redutor de 30% na produtividade, apresentou valores superiores aos obtidos no manejo convencional. Os resultados mostraram que o cenário C3 gera a maior renda com R\$ 21.195.346,59 por ano, cerca de R\$ 751.457,17 superior ao melhor resultado do manejo convencional. A banana, o limão e o pimentão na entressafra foram os destaques. Sob o aspecto social, o cenário C2 apresentou o maior benefício com 368.267 H/D. Este valor é 57.171 H/D superior que o cenário C2 convencional. Portanto, este resultado demonstra que tanto o benefício social na forma de geração de empregos quanto o econômico dos cultivos ecológicos é superior àqueles gerados pelos cultivos convencionais.

Ambientalmente não há como realizar uma análise comparativa entre os manejos, visto que a agricultura ecológica não se utiliza de insumos como adubos químicos e agrotóxicos nos cultivos das culturas. Deste modo, o impacto ambiental causado pelo manejo ecológico é considerado insignificante proporcionando um equilíbrio ecológico sustentável ao ambiente onde este tipo de cultivo se insere.

**Tabela 3** – Dados (anuais) das culturas do cenário 2. Manejo convencional.

Culturas	Area Plan. (ha)	Defensivos(kg)	Adubacao(T)	Adub.+Def. (T)
tomate	138,95	3.751,65	194,53	198,28
pimentao	149,00	5.215,00	208,60	213,82
feijao	135,88	679,38	63,32	64,00
repolho	52,50	210,00	61,27	61,48
alface	32,70	228,90	30,54	30,77
cebola	30,00	360,00	21,00	21,36
tomate entr.	138,95	3.751,65	194,53	198,28
pimentao entr.	149,00	5.215,00	208,60	213,82
feijao entr.	135,88	679,38	63,32	64,00
repolho entr.	52,50	210,00	61,27	61,48
alface entr.	32,70	228,90	30,54	30,77
cebola entr.	30,00	360,00	21,00	21,36
banana	352,50	2.467,50	246,75	249,22
mamao	50,00	850,00	46,70	47,55
limao	50,00	408,50	46,70	47,11
goiaba	28,48	382,13	26,60	26,98

### Conclusões

Os resultados obtidos e apresentados na execução do presente trabalho permitem que o produtor possa ter as ferramentas necessárias para a tomada de decisão com relação às práticas operacionais em seu empreendimento. Desta forma, torna-se possível, um planejamento agrícola mais adequado na busca dos melhores benefícios possíveis, sob os aspectos econômico, social e ambiental.

Comparando os três cenários do manejo convencional, C1, C2 e C3 com os cenários do manejo ecológico pode-se concluir que:

1) considerando apenas o cenário C1, de maximização da receita líquida, o produtor obterá um benefício econômico 43,7% maior se optar pelo manejo ecológico.

2) Considerando apenas o cenário C2, de maximização de geração de emprego, o produtor

obterá um benefício econômico de 43,3% maior se optar pelo manejo ecológico

3) A comparação do cultivo orgânico com o convencional do ponto de vista do impacto ambiental torna-se desnecessária, já que na utilização deste sistema adotou-se como base que o sistema ecológico teria impacto zero

Importante ressaltar que estes resultados foram obtidos através de um modelo de otimização que busca otimizar todos os recursos disponíveis com vistas a obtenção da máxima receita líquida e que, embora se tenha colocado a condição de 30% de redução de produtividade para o manejo ecológico, os preços de venda foram majorados em 50% para as frutas e 25% para as demais culturas agrícolas, de acordo com o praticado nos postos de venda consultados na época da coleta de dados. Portanto os resultados aqui obtidos poderão sofrer significantes alterações a depender das flutuações dos preços de produtos agrícolas

ecológicos e convencionais.

O trabalho apresentado, por tratar-se de simulação de diversos cenários envolvendo manejos agrícolas convencional e ecológico, pode servir de instrumento para políticas públicas rurais voltadas para a conversão ao manejo ecológico.

Importante também ressaltar os benefícios ambientais nos recursos hídricos quando se opta por uma produção ecológica. Sabe-se que a agricultura irrigada é um dos maiores consumidores de água doce do mundo, bem como a modalidade agrícola convencional tem um enorme potencial de contaminação dos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, através de um tipo de contaminação difícil de controlar e quantificar, que é a contaminação difusa. Grande benefício se traria à saúde da população e ao meio ambiente a substituição do manejo agrícola convencional pelo ecológico ou orgânico.

#### Bibliografia

- 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.
- ALTIERI, M.A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** Guaíba-RS: Agropecuária, 2002.

- 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.
- CARVALHO, D.F.; SOARES, A. A. ; RIBEIRO, C.A.A. S.; SEDIYAMA, G.C.; PRUSKI, F.F. *Otimização do uso da água no perímetro irrigado do Gorutuba, utilizando-se a técnica da programação linear.* **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v.4, n.2, p.203-209, 2000.
- 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.
- CURI, W. F.; CURI, R. C. . *CISDERGO: Cropping and Irrigation System Design with Reservoir and Groundwater Optimal Operation.* In: V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, 2001, Aracaju-SE. **Anais em CD-ROM,** 2001. v. 1. p. 1-20.
- DANTAS NETO, J. *Modelos de decisão para otimização do padrão de cultivo, em áreas irrigadas, baseados nas funções de resposta das culturas à água.* 1994. 125p. (Tese de Doutorado). Botucatu: UNESP.
- DE ASSIS, R. L. **Agricultura orgânica e agroecologia: questões conceituais e processo de conversão.** Seropédica RJ: Embrapa Agrobiologia, 2005. 35p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 196).
- 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. **Açude Boqueirão de Cabaceiras. Relatório Interno.** Boqueirão,PB. 2008. págs 151-158.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture.** Ecological Studies Series no. 78. New York: Springer-Verlag.1990.
- GOMES, H. P. (1999). **Engenharia de Irrigação Hidráulica dos Sistemas Pressurizados, Aspersão e Gotejamento.** Editora Universitária – UFPB, Campina Grande-PB, 3ª Edição. 412p.

- JESUS, E. L. Da agricultura alternativa à agroecologia: para além das disputas conceituais. **Agricultura Sustentável**, v.3, n.1/2, Jan./dez. 1996, EMBRAPA – Brasília.
- LUTZENBERGER, J. Agricultura ecológica. In: Prefeitura municipal de Porto Alegre/Secretaria de Indústria e Comércio. **Curso de agricultura biológica**. Porto Alegre: Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural (AGAPAN), 1983. 6 p.
- MANNOCCHI, F.; MECARELLI, P. *Optimization analysis of deficit irrigation systems*. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.120, n.3, p.484-503, 1994.
- 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. *Otimização de um sistema de reservatórios atendendo a múltiplos usos no nordeste brasileiro*. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.2, n.2, p.123-141, Jul/Dez. 1997.
- 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**, UNESPBotucatu, SP, v.5, n.3, ISSN 1413-7895, p. 199-221, 2000.
- 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 da 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.
- 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.
- 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.