



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JOSÉLIA DE CARVALHO LEÃO

Aplicação do Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE) Como Balizador de Critérios
Econômicos para Emissão de Outorga: uma Análise a partir da Bacia do Uruçuí
Preto.

RECIFE

2015

JOSÉLIA DE CARVALHO LEÃO

Aplicação do Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE) Como Balizador de Critérios Econômicos para Emissão de Outorga: uma Análise a partir da Bacia do Uruçuí Preto.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Alcindo José de Sá

Recife

2015

Catalogação na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

L437a Leão, Josélia de Carvalho.

Aplicação do Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE) como balizador de critérios econômicos para emissão de outorga : uma análise a partir da Bacia do Uruçuí Preto / Josélia de Carvalho Leão. – 2015.

184 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alcindo José de Sá.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.

Programa de Pós-graduação em Geografia, 2015.

Inclui referências e anexos.

1. Geografia. 2. Gestão ambiental. 3 Desenvolvimento de recursos hídricos - Legislação. 4. Divisões territoriais e administrativas. 5. Zoneamento econômico – Uruçuí Preto, Rio (PI). 6. Água – Uso. I. Sá, Alcindo José de (Orientador). II. Título

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2017-282)

JOSÉLIA DE CARVALHO LEÃO

**APLICAÇÃO DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO (ZEE) COMO
BALIZADOR DE CRITÉRIOS ECONÔMICOS PARA EMISSÃO DE OUTROGA:
UMA ANÁLISE A PARTIR DA BACIA DO URUÇUÍ PRETO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Aprovada em: 27/01/2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alcindo José de Sá (Orientador – Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Carlos Sait Pereira de Andrade (Examinador Externo)
Universidade Estadual do Piauí

Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Sérgio Cunha Farias (Examinador Externo)
Universidade Federal de Campina Grande

*AOS MEUS, ESPOSO ROBERTO, E FILHOS, ARTUR E AMANDA. TODO
AMOR E PARA SEMPRE.*

AGRADECIMENTOS

A fase de conclusão de um curso de Doutorado não é uma conquista apenas pessoal. Por isso, agradeço e dedico o presente projeto aos que possibilitaram a sua realização.

Agradeço ao Roberto, meu marido, fonte de inspiração e companheiro de todas as horas, pelos sacrifícios assumidos, carinho e pelas dicas durante a elaboração deste trabalho. Aos meus filhos, artur e Amanda, razões da minha vida.

À minha mãe, meu pai e irmãos que partilharam deste momento, com orgulho e satisfação.

Aos professores, funcionários e colegas de turma que estiveram comigo durante estes últimos anos de forma solidária e atuante na construção deste sonho.

Ao professor Alcindo José de Sá, pelas valiosas contribuições que resultaram no aperfeiçoamento da proposta de estudo, além da amigável presença em todos os momentos de maior dificuldade.

E às duas instituições que possibilitaram a realização deste DINTER – Universidade Estadual do Piauí e Universidade Federal de Pernambuco.

RESUMO

O presente estudo se apresenta como uma base metodológica que incorpora critérios econômicos ao processo de análise para concessão da Outorga de Uso de recursos hídricos, tendo como apoio o Zoneamento Ecológico Econômico; a partir deste encontro foram identificados critérios mínimos de viabilidade econômica a serem apresentados por um empreendimento consumidor de água em função dos usos potenciais indicativos da zona onde o mesmo estará localizado, na busca pela identificação da melhor forma de distribuir a água entre os múltiplos usuários, almejando o uso racional da água e a maximização dos benefícios advindos de tal utilização; o grande mérito deste trabalho foi discutir e apontar soluções para a grave deficiência atual do processo de concessão da Outorga de Direito de Uso. Esta base metodológica foi desenvolvida a partir da caracterização da bacia do Rio Uruçuí Preto, contrapondo as informações dos estudos específicos de recursos hídricos e uso agrícola com o ZEE-Cerrados/PI.

Palavras-chaves: Gestão de Recursos Hídricos. Outorga de Uso da Água. Zoneamento Ecológico Econômico.

ABSTRACT

This study is presented as a methodological basis that incorporates economic criteria to the analysis process for granting the water resources Use of Grant, whose support the Ecological Economic Zoning; from this meeting were identified minimum criteria of economic viability to be presented by a consumer of water development on the basis of the area's potential indicative uses where it will be located in the search to identify the best way to distribute the water among multiple users, aiming the rational use of water and maximizing arising from such use beneficial; the great merit of this work was to discuss and to tackle the current severe weakness in the granting of Grant of Right to Use process. This methodological base was developed from the characterization of the river basin Uruçuí Preto, contrasting information from specific studies of resources water and agricultural use with ZEE-Cerrado /PI.

Key -words: Water Resources Management. Water Use of grant; Economic Ecological Zoning.

RESUMEN

Este estudio se presenta como una base metodológica que incorpora criterios económicos al proceso de análisis para la concesión del uso de los recursos hídricos Grant, cuyo apoyo la Zonificación Económica Ecológica; de esta reunión se identificaron criterios mínimos de viabilidad económica que se presentarán por un consumidor de desarrollo del agua sobre la base del potencial indicativo de la zona de usos en los que se ubicará en la búsqueda para identificar la mejor manera de distribuir el agua entre varios usuarios, apuntando el uso racional del agua y maximizar derivada de dicha utilización beneficiosa; el gran mérito de este trabajo fue analizar y hacer frente a la grave debilidad actual en el otorgamiento de concesión del derecho a utilizar el proceso. Esta base metodológica se desarrolla a partir de la caracterización de la cuenca del río Uruçuí Preto, contrastando la información de estudios específicos de los recursos el agua y el uso agrícola con ZEE-Cerrado/PI.

Palabras claves: gestión de recursos hídricos. Uso del Agua de la concesión. Zonificación Ecológica Económica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área de abrangência do ZEE- Cerrados/PI (Fonte SEMAR/PI)	37
Figura 2 – Mapas das zonas (Fonte: SEMAR/2013)	38
Figura 3 – Esquema de sistema de irrigação convencional do tipo semifixo.	51
Figura 4 – Sistema de irrigação por aspersão em operação (a), apresentando a linha principal, linhas laterais e registro de controle de entrada de linha lateral (b).	52
Figura 5 – Disposições usuais de aspersores.....	53
Figura 6 – Exemplo de layout de sistema de irrigação com oito linhas laterais funcionando simultaneamente.....	54
Figura 7 – Localização da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto	65
(Fonte: COMDEPI, 2002)	65
Figura 8 – Distribuição dos postos climatológicos utilizados.....	67
Figura 9 – Polígonos de Thiessen da bacia do rio Uruçuí Preto	69
Figura 10 – Hietograma de precipitação média mensal da bacia.....	72
Figura 11 – Variação da temperatura média do ar	73
Figura 12 – Variação da umidade relativa do ar ao longo do ano	74
Figura 13 – Balanço hídrico climatológico da bacia do rio Uruçuí Preto.	79
Figura 14 - Mapa geológico da bacia do rio Uruçuí Preto	82
Figura 15 - Mapa pedológico da bacia do rio Uruçuí Preto	84
Figura 16 - Mapa de vegetação da bacia do rio Uruçuí Preto	88
Figura 17- Mapa hidrográfico da bacia do rio Uruçuí Preto e localização dos postos fluiométricos	91
Figura 18 – Curva de permanência das vazões médias mensais do rio Uruçuí Preto observadas em Fazenda Bandeira (34090000)	94
Figura 19 – Disponibilidade hídrica (vazão Q90) para os principais cursos d’água da bacia do rio Uruçuí Preto.....	96
Figura 20 – Profundidade do nível estático do sistema aquífero Poti/Piauí na bacia do rio Uruçuí Preto	101
Figura 21 – Zoneamento Ecológico Econômico da bacia do rio Uruçuí Preto	104
Figura 22 – Layout do sistema de irrigação por aspersão convencional com linhas laterais fixas e móveis para uma área de 2,0 ha	113
Figura 23 – Taxa Interna de Retorno (TIR) referencial para a concessão de Outorga de Direito de Uso por Zona	146

Figura 24 – Prazo de validade referencial para a Outorga de.....	147
Direito de Uso por Zona	147

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição das Zonas.....	39
Quadro 2 – Espaçamentos máximos entre aspersores (S1) e laterais (S2) segundo a velocidade do vento e o diâmetro molhado (D)	53
Quadro 3 – Valores do coeficiente de Christiansen (F) em função do número de aspersores (N).....	59
Quadro 4 – Vazões máximas considerando a velocidade.....	61
máxima admissível de 2,0 m/s	61
Quadro 5 - Estações climatológicas selecionadas	66
Quadro 6 – Postos pluviométricos utilizados.....	68
Quadro 7 – Área de influência dos postos pluviométricos e respectivos coeficientes de Thiessen.....	70
Quadro 8 – Série de precipitações médias da bacia do rio Uruçuí Preto (mm).....	71
Quadro 9 - Temperatura média mensal na bacia do rio Uruçuí Preto (ºC).....	72
Quadro 10 - Temperatura média máxima na bacia do rio Uruçuí Preto (ºC).....	73
Quadro 11 - Temperatura média mínima na bacia do rio Uruçuí Preto.....	73
Quadro 12 – Comportamento da umidade relativa do ar na bacia do Bacia do rio Uruçuí Preto	74
Quadro 13 - Insolação média mensal (h)	75
Quadro 14 – Velocidade dos ventos na bacia do Uruçuí Preto (m/s).....	76
Quadro 15 - Evapotranspiração de referência diária e mensal (mm)	76
Quadro 16 – Balanço hídrico climatológico para a bacia do rio Uruçuí Preto	78
Quadro 17 - Totalização das Unidades de Mapeamento da Bacia	86
Quadro 18 – Vazões médias mensais do rio Uruçuí Preto em Fazenda Bandeira....	92
Quadro 19 – Características hidrogeológicas do aquífero Poti/Piauí	97
Quadro 20 – Características gerais do aquífero Poti/Piauí na bacia do rio Uruçuí Preto.....	99
Quadro 20 – Características médias dos poços que explotam o aquífero Poti/Piauí existentes na bacia do rio Uruçuí Preto.....	99
Quadro 21 – Nível estático médio para poços perfurados nos platôs da bacia do rio Uruçuí Preto	102
Quadro 22 – Zoneamento Ecológico Econômico da bacia do rio Uruçuí Preto.....	103
Quadro 23 – Precipitação provável para diversas probabilidades de excedência para a bacia do rio Uruçuí Preto.....	112

Quadro 24 – Lâmina anual necessária à irrigação em função do mês de plantio ...	112
Quadro 25 – Perda de carga na linha principal	117
Quadro 26 – Taxa Interna de Retorno (TIR) por cultivo e fonte hídrica (%)	123
Quadro 27 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a banana irrigada com água superficial	125
Quadro 28 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o coco irrigado com água superficial	126
Quadro 29 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o feijão irrigado com água superficial	127
Quadro 30 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o limão irrigado com água superficial	128
Quadro 31 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a manga irrigada com água superficial	129
Quadro 32 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a melancia irrigada com água superficial	130
Quadro 33 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o milho irrigado com água superficial	131
Quadro 34 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a uva irrigada com água superficial	132
Quadro 35 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a banana irrigada com água subterrânea	133
Quadro 36 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o coco irrigado com água subterrânea	134
Quadro 37 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o feijão irrigado com água subterrânea	135
Quadro 38 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o limão irrigado com água subterrânea	136
Quadro 39 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a manga irrigada com água subterrânea	137
Quadro 40 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a melancia irrigada com água subterrânea	138
Quadro 41 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o milho irrigado com água subterrânea	139

Quadro 42 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a uva irrigada com água subterrânea	140
Quadro 43 – Payback Efetivo (PbE) por cultivo e fonte hídrica (anos).....	141
Quadro 44 – Cálculo do Payback Efetivo do coco irrigado com água superficial....	142
Quadro 45 - Critérios de Concessão da Outorga por Zona.....	148

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS.....	23
2.1. Geral	23
2.2. Específicos	23
3 A OUTORGA DE DIREITO DE USO	24
3.1 A Outorga de Uso e os Critérios Econômicos.....	29
4 O ZONEAMENTO ECOLOGICO ECONÔMICO	32
4.1 O ZEE no Estado do Piauí	34
5 METODOLOGIA	40
5.1 Viabilidade Econômica.....	40
5.1.1 Payback.....	40
5.1.2 Valor Presente Líquido (VPL).....	41
5.1.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)	42
5.2 Demanda Hídrica para Irrigação	44
5.3 Sistema de Irrigação	48
5.3.1 Dimensionamento de Sistemas de Irrigação por Aspersão Convencional.....	50
5.3.1.1 Aspersores	52
5.3.1.2 Vazão do Aspersor	55
5.3.1.3 Linhas Laterais	56
5.3.1.4 Linhas Principal e Secundárias.....	59
5.3.1.5 Conjunto Elevatório	61
6 ÁREA DE ESTUDO	63
6.1 Climatologia	66
6.1.1 Precipitação.....	67
6.1.2 Temperatura.....	72
6.1.3 Umidade Relativa do Ar.....	74
6.1.4 Insolação	75
6.1.5 Velocidade dos Ventos.....	75
6.1.6 Evapotranspiração	76
6.1.7 Balanço Hídrico Climatológico.....	77
6.1.8 Classificação Climática.....	79
6.2 Geologia / Geomorfologia.....	80
6.2.1 Unidades Morfo-Estruturais	80
6.2.2 Litoestratigrafia	80

6.3 Pedologia	83
6.4 Vegetação	87
6.5 Recursos Hídricos	89
6.5.1 Recursos Hídricos Superficiais.....	89
6.5.2 Recursos Hídricos Subterrâneos.....	95
6.6 Zoneamento Ecológico Econômico	102
7 APLICAÇÃO	105
7.1 Definição das Culturas Irrigadas	106
7.2 Demanda Hídrica para Irrigação	111
7.3 Dimensionamento do Sistema de Irrigação.....	113
7.3.1 Área de 2,0 ha, Fonte Hídrica Água Superficial	113
7.3.1.1 <i>Lâmina Líquida Máxima de Irrigação (L_{lm})</i>	114
7.3.1.2 <i>Necessidade de Irrigação Máxima Líquida da Cultura (N_{lm})</i>	114
7.3.1.3 <i>Frequência Máxima de Irrigação (F_{máx})</i>	114
7.3.1.4 <i>Lâmina Líquida de Irrigação (L_{lm})</i>	114
7.3.1.5 <i>Lâmina Bruta de Irrigação (L_b) e Necessidade de Irrigação Bruta (N_b)</i>	114
7.3.1.6 <i>Tempo de Aplicação da Água no Solo (T)</i>	114
7.3.1.7 <i>Escolha do Aspersor</i>	115
7.3.1.8 <i>Dimensionamento das Linhas Laterais</i>	115
7.3.1.9 <i>Dimensionamento da Linha Principal</i>	116
7.3.1.10 <i>Potência do Conjunto Elevatório</i>	117
7.3.2 Área de 2,0 ha, Fonte Hídrica Água Subterrânea	118
7.3.2.1 <i>Dimensionamento da Linha Principal</i>	118
7.3.2.2 <i>Potência do Conjunto Elevatório</i>	118
7.3.3 Área de 20,0 ha.....	119
7.3.3.1 <i>Dimensionamento da Linha Secundária</i>	119
7.3.3.2 <i>Dimensionamento da Linha Principal</i>	119
7.3.3.3 <i>Potência do Conjunto Elevatório</i>	120
7.3.4 Custo do Sistema de Irrigação	120
7.4 Avaliação Econômica	121
7.4.1 Determinação da Taxa Interna de Retorno	122
7.4.2 Determinação do Payback	141
7.5 Definição dos Critérios de Concessão da Outorga por Zona.....	143
7.5.1 Zona de Consolidação.....	144
7.5.2 Zona de Consolidação/Recuperação	145
7.5.3 Zona de Recuperação	145
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	149
8.1 Quanto aos Objetivos Específicos.....	150
8.2 Quanto ao Objetivo Geral	154

REFERÊNCIAS.....	156
ANEXOS	160
A – Custos de Produção.....	161
B – Valor da Produção Segundo a Ceasa/CE	175
C – Orçamentos dos Sistemas de Irrigação.....	180

1 INTRODUÇÃO

A Outorga de Uso de Recursos Hídricos é um dos principais instrumentos de controle definidos pela Lei Federal N º 9433 que estabeleceu a Política Nacional de Gestão de Recursos Hídricos. Presente também em todas as legislações estaduais específicas sobre recursos hídricos, a Outorga é uma concessão pública do direito de utilizar a água de um manancial, superficial ou subterrâneo, seja para consumo, seja para descarte de efluentes, a um usuário de recursos hídricos, em quantidade máxima pré-estabelecida e por um período de tempo definido.

A Outorga é concedida pelo órgão gestor, federal ou estadual, em geral baseando-se no balanço entre a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica e as demandas hídricas existentes. Caso um novo usuário queira se estabelecer na bacia, é avaliado o impacto de sua existência no balanço hídrico de oferta x demanda. Caso o balanço continue positivo, a outorga é concedida, caso negativo, o uso é negado, inabilitação a instalação de tal usuário na bacia.

Além de permitir o controle sobre o uso da água e o conhecimento sobre os usuários, a Outorga também é uma garantia para estes últimos, já que garante o fornecimento regular da água para atendimento de suas demandas com uma grande garantia de ocorrência.

Em função de tais aspectos, a concessão da outorga, junto com o licenciamento ambiental, são condições indispensáveis para a obtenção de financiamentos em órgão públicos de fomento e em praticamente toda a rede bancária privada.

Segundo a legislação brasileira, as outorgas podem ser concedidas por um período de até 35 anos, o que garantiria maior segurança ao usuário. A legislação prevê, ainda, que as outorgas podem ser temporariamente suspensas em caso de situações extremas de escassez, quando os recursos hídricos disponíveis são priorizados para o abastecimento humano e animal, cassadas, no caso do uso indevido ou da falta dele, e que são pessoais e intransferíveis. Assim, se um usuário vender o seu empreendimento, o novo dono não tem direito a receber automaticamente a outorga do antigo proprietário, necessitando que um novo processo de concessão seja implantado.

Como o período de concessão é normalmente longo e o critério observado, conforme indicada na Lei 9433 e nas legislações estaduais que a tiveram como

base, é eminentemente quantitativo, no caso de consumo de água, e qualitativo, no caso de lançamento de efluentes, pode-se ter sérios problemas de desenvolvimento socioeconômico em uma bacia se grandes volumes de água ficarem imobilizados por vários anos em usos de baixo retorno econômico e social.

A única indicação não quantitativa para a concessão da outorga refere-se aos usos prioritários definidos no Plano de Bacia. Tal instrumento constitui-se em um plano norteador do uso da água na unidade hidrológica, sendo construído a partir de um amplo diagnóstico que considera diversos critérios, desde as características socioeconômicas, passando pela identificação das potencialidades, disponibilidades e demandas hídricas e aspectos ambientais, elaboração de cenários de prognósticos e definição de medidas de controle mais adequados para a realidade local, inclusive com a indicação dos usos prioritários dos recursos hídricos da bacia e as medidas a serem adotadas no futuro para garantir a adequação do balanço oferta x demanda, como a expansão da infraestrutura hídrica, medidas de controle da demanda, e ações para a conservação dos seus recursos hídricos.

Apesar de sua importância como instrumentos de planejamento, poucas bacias brasileiras dispõem de um Plano de Bacia e a grande maioria dos existentes foi baseada em dados secundários, diminuindo sua precisão e eficácia.

Um empreendimento que utiliza a água, excetuando o consumo humano, para ser autorizado pelo Poder Público, precisa demonstrar também sua viabilidade ambiental. No país isto é feito a partir do processo de licenciamento ambiental, desenvolvido em três etapas: Licença Prévia, na qual é feita uma análise preliminar sobre o projeto baseado em um estudo ambiental específico que expõem e contrapõem as vantagens e desvantagens do empreendimento, seus impactos sobre o meio ambiente visto em seu caráter mais amplo, com as vertentes física, biótica e antrópica, as medidas mitigadoras e a análise da viabilidade ambiental; a Licença de Instalação, que permite a execução do empreendimento; e a Licença de Operação, que permitirá seu funcionamento efetivo.

Entre as fases do Licenciamento podem ser feitas exigências e condicionantes para a concessão da licença seguinte, bem como, após a expedição da Licença de Operação, o empreendimento deve manter os programas ambientais indicados em seu estudo de impacto sobre o meio ambiente, e os indicados pelo órgão ambiental, que normalmente envolvem um programa de monitoramento permanente das variáveis ambientais afetadas e uma série de medidas para

minimizar e compensar os impactos negativos que, normalmente, integram ações com efeito imediato e outras continuadas.

Após a concessão da Licença, é dever do órgão ambiental competente efetuar a fiscalização do empreendimento, garantindo que as medidas mitigadoras estejam sendo efetivamente implementadas.

Considerando que a sustentabilidade hídrica de um empreendimento é uma das principais exigências ambientais de um empreendimento, é claro que os processos de concessão da Outorga de Uso devam caminhar *pari passu* com o Licenciamento Ambiental, sendo que um não pode ser concedido sem o outro. Infelizmente é verificada, em muitos casos, uma clara dicotomia entre os processos, em geral provocados pelas limitações técnicas dos órgãos concedentes, seja de natureza quantitativa e/ou qualitativa, ou pela falta de comunicação entre os responsáveis, muitas vezes funcionários do mesmo ente governamental.

Com relação à gestão ambiental, um importante instrumento definido na Política Nacional do Meio Ambiente é o Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE. Regulamentado pelo decreto federal nº 4.297/2002, o ZEE tem como objetivo, em linhas gerais, viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental. Para tanto, parte do diagnóstico dos meios físico-biótico, socioeconômico e jurídico-institucional e do estabelecimento de cenários exploratórios para a proposição de diretrizes legais e programáticas para cada unidade territorial (zona) identificada, estabelecendo, inclusive, ações voltadas à mitigação ou correção de impactos ambientais danosos eventualmente identificados (MMA, 2012).

Considerando que mesmo uma unidade territorial administrativa pequena como o município dispõe de áreas com grande diversidade, com diferentes especificidades sociais, econômicas, ambientais e culturais, e potencialidades e vulnerabilidades também distintas, o padrão de desenvolvimento não pode ser uniforme. Portanto, uma das características do ZEE é trabalhar e valorizar as particularidades a partir da identificação de alternativas de uso e gestão que se aproveitem das vantagens competitivas de cada zona.

A partir do diagnóstico é proposta a divisão territorial em zonas que dispõem de diretrizes gerais e específicas para cada atividade econômica, bem como a indicação de criação de unidades de conservação necessárias à preservação dos recursos hídricos e da diversidade ambiental local. Dentre as zonas que podem ser

definidas em função das condições locais estão: áreas de preservação total; áreas para agropecuária; áreas urbanas; áreas para atividades sustentáveis; áreas de pesca; áreas de exploração mineral; áreas de extrativismo; áreas de histórico-culturais; agroindústria; exploração madeireira; etc.

Com base na identificação das melhores alternativas de uso para cada subdivisão do território, o Governo pode adotar medidas para incentivar a utilização mais atrativa do ponto de vista de retorno socioeconômico e que seja compatível com as limitações ambientais da área, como isenções e incentivos fiscais. Além disso, empreendimentos compatíveis com os usos propostos para uma determinada zona terão um processo de Licenciamento Ambiental bem mais célere.

Apesar de partir do princípio correto de balizar a ocupação da área com base em critérios ambientais, respeitando as vocações de cada área e buscando maximizar os benefícios socioeconômicos de sua utilização, os ganhos da realização do Zoneamento Ecológico Econômico são de difícil mensuração. Também é fácil notar a dificuldade em determinar a vocação de cada região respeitando diferentes grupos de interesse, muitos já estabelecidos.

Sendo um instrumento de planejamento, o ZEE também é limitado pela qualidade dos dados que lhe servem de base, sendo muito dependente da escala de trabalho e da base cartográfica que lhe dá sustentação.

Outra grande barreira para a efetividade do Zoneamento Ecológico Econômico é a tradicional falta de integração das ações governamentais, nas três esferas, nas quais entes da mesma administração desenvolvem ações concomitantes não integradas e, muitas vezes, divergentes. A integração entre as diversas políticas públicas em um norteamento único é imprescindível para se alcançar um processo de desenvolvimento que seja efetivo e abrangente, sustentável a longo prazo e que beneficie toda a população e não apenas grupos específicos.

E entendendo política como um conjunto de intenções de *agentes/ação* coletivos e que no espaço bacia hidrográfica desencadeiam-se territorialidades delimitadas a partir de relações de poder que influenciam na obtenção dos recursos, questiona-se o seguinte: que critérios são utilizados pelos usuários dos sistemas hídricos para obtenção deste recurso (às vezes escasso) ao longo da bacia hidrográfica e ao longo do tempo.

Considerando a relação inequívoca entre o uso dos recursos hídricos e o desenvolvimento socioeconômico, busca-se, no presente trabalho, integrar o processo de análise para concessão da Outorga de Uso ao ZEE, visando garantir que a água destinada a um usuário específico seja empregada em atividades que resultem em retorno econômico compatível ao esperado para a região, dentro de condições ambientais favoráveis.

Para o desenvolvimento da metodologia será analisada a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto, no estado do Piauí, uma das doze unidades hidrológicas na qual o território piauiense foi dividido no Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/PI, elaborado em 2010 pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMAR/PI.

Ao especializar a bacia hidrográfica objetiva-se, vê-la em sua própria existência, como uma *forma-conteúdo*, inseparabilidade do objeto e ação e, ao mesmo tempo, entendê-la na perspectiva da noção de totalidade em que “o todo somente pode ser conhecido através do conhecimento das partes e as partes somente pode ser conhecidas através do conhecimento do todo” (SANTOS, 1997).

Além de ser um rio perene em quase todo o seu curso, o rio Uruçuí Preto é aquele que apresenta a maior disponibilidade hídrica natural dentre os afluentes do rio Parnaíba que atravessam o estado do Piauí, com uma vazão de referência com 90% de permanência de 25,23 m³/s, o que representa 66% da vazão média na foz. Além disso, a bacia, que apresenta uma área de 15.784 km² está encravada na chamada região dos Cerrados, área piauiense que tem atraído cada vez mais agricultores do sul do país para o plantio de grãos nas amplas e férteis chapadas do sul do estado, considerada uma das últimas fronteiras agrícolas do país.

Tal atração suscitou a contratação, por parte da SEMAR/PI, da elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico dos Cerrados Piauienses – ZEE-Cerrados/PI, com uma base cartográfica mais detalhada, na escala 1:100.000. O ZEE-Cerrados é parte integrante do ZZE Piauí que, por sua vez, integra o MacroZEE da Bacia do Parnaíba.

O ZEE-Cerrados/PI ficou restrito a uma área de 45.198 km², o que representa cerca de 18% do território piauiense, nos quais se desenvolvem integralmente dez municípios: Baixa Grande do Ribeira; Bom Jesus; Currais; Gilbués; Monte Alegre do Piauí; Palmeira do Piauí; Ribeiro Gonçalves; Santa Filomena; Sebastião Leal; e

Uruçuí. Em tal área também está contida a integralidade da bacia do rio Uruçuí Preto.

Além do PERH/PI e do ZEE-Cerrados, a bacia do Uruçuí Preto dispõe de estudo específico denominado *Estudo de Viabilidade para Aproveitamento Hidro-Agrícola do Vale do Rio Uruçuí Preto*, elaborado em 2002, indicando, portanto, a existência de uma razoável disponibilidade de informações para a realização do estudo proposto.

2 OBJETIVOS

2.1. Geral

O objetivo geral do presente estudo é elaborar uma metodologia que incorpore critérios econômicos ao processo de análise para concessão da Outorga de Uso de recursos hídricos, tendo como base o Zoneamento Ecológico Econômico.

2.2. Específicos

- ✓ Caracterizar o processo de concessão da Outorga de Uso de recursos hídricos considerando o embasamento legal e os critérios analisados;
- ✓ Avaliar os critérios utilizados para a elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico, e, em especial, o ZEE-Cerrados/PI;
- ✓ Identificar e caracterizar os usos da água mais comuns relacionados às zonas de utilização do solo indicados no ZEE-Cerrados/PI, com ênfase na viabilidade econômica a partir de técnicas tradicionais como o Valor Presente Líquido (VLP) e/ou a Taxa Mínima de Atratividade (TMA);
- ✓ Caracterizar a bacia do Rio Uruçuí Preto, contrapondo as informações dos estudos específicos de recursos hídricos e uso agrícola com o ZEE-Cerrados/PI.
- ✓ Identificar critérios mínimos de viabilidade econômica a serem apresentados por um empreendimento consumidor de água em função dos usos potenciais indicativos da zona onde o mesmo estará localizado.

3 A OUTORGA DE DIREITO DE USO

Dentre inúmeras preocupações, a demanda crescente pelo uso de recursos hídricos destaca-se como importante suporte da própria existência humana. A percepção do crescimento contínuo da população mundial, associado a um suprimento finito de água, conduz ao claro consenso de que a utilização desse recurso exige posicionamentos de longo prazo, visando implementar políticas racionais, que harmonizem desenvolvimento econômico e meio ambiente sustentável (BALARINE, 2000 apud SCHÖNE, 2004). Pante (2006) defende que tais políticas só podem ser implementadas pelo Poder Público, tendo o domínio sobre a água, para assim exercer o controle sobre o uso da água, atender aos usos prioritários, induzir ao uso racional da água e garantir a sustentabilidade do uso dos recursos hídricos.

O Estado deve exercer esse domínio balizado por políticas públicas de gestão de recursos hídricos, que devem ser discutidas, promulgadas e implementadas com a participação da sociedade, de acordo com o que dispõem as políticas desse recurso. Segundo Freitas et al (2001), as condições de acesso aos recursos hídricos se dão através de uma boa gestão e de adequado processo político, ações do Poder Público em uso de suas atribuições legais.

Via de regra, enquanto a abundância de água garantia a ausência de conflitos relacionados à quantidade ou à qualidade dos recursos hídricos, a responsabilidade pela gestão das águas mantinha-se repartida, sem profundas interferências, entre as autoridades administrativas encarregadas de sua utilização e conservação. Na medida que os conflitos pelo uso da água se agravaram, entraram em choque as funções de vários setores interessados no gerenciamento dos recursos hídricos, como a agricultura, o saneamento, o setor energético e outros, e tornou-se evidente a necessidade da harmonização dos diversos usos através de um sistema integrado de gestão das águas (MENDES, 2007).

Frantz (2009) deixa claro que a água é um recurso natural finito, mesmo sabendo-se que existe uma grande disponibilidade hídrica, e que nem sempre está acessível quando necessário e no local devido, o que faz com que surja a necessidade de uma gestão adequada desse recurso. E ainda cita necessidades para implantação dessa gestão:

a) tecnologia: instrumental para medição dos fenômenos hidrológicos, das derivações de água, e conhecimento científico para avaliar a disponibilidade hídrica e a capacidade de autodepuração dos cursos de água, ou seja, conhecimento requerido para o planejamento e para a administração dos recursos hídricos;

b) instrumentos: mecanismos, regras e normas técnicas, econômicas e legais que fornecem a base de atuação e que condicionarão a estruturação das instituições que compõem o sistema de gestão da água, como as políticas e os planos de recursos hídricos; e

c) recursos humanos: conjunto dos decisores, técnicos, usuários de água e interessados nas questões hídricas.

A promulgação da Constituição Federal de 1988 representa um marco referencial na gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil. A constituição vigente determinou em seu art. 21, inciso XIX, ser de competência da União “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”. O texto constitucional aboliu também a figura da propriedade privada da água, que era prevista na legislação vigente anteriormente, o Código de Águas, dividindo o domínio das águas entre a União, Estados e Distrito Federal (MÜLLER, 2009).

Compete, portanto, à União, aos Estados e ao Distrito Federal, legislar sobre os recursos hídricos de seu domínio. E à União cabe, por meio de lei (art. 48, caput, e inciso IV), instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir os critérios de outorga de direitos de seu uso (art. 21, inciso XIX), bem como instituir as diretrizes para os serviços de saneamento básico (art. 21, inciso XX).

Em 08 de janeiro de 1997, é implementada a Política Nacional de Recursos Hídricos, através da promulgação da Lei de N.º 9.433/1997, atuando como elemento norteador nas políticas públicas referentes à água, tanto em âmbito federal quanto nas esferas estaduais, quando passa a disciplinar as decisões políticas sobre a água em cada um dos Estados da Federação.

A Lei N.º 9.433/97, ou Lei Federal das Águas, pelo seu processo de construção e conteúdo, se constitui em uma das mais modernas e arrojadas propostas de gestão pública de nosso país, representando um marco na implementação do sistema de gestão integrado e participativo no Brasil. Essa lei teve por função principal corrigir o rumo da gestão de recursos hídricos no Brasil, uma vez que o ordenamento jurídico anterior e os modelos de gerenciamento até

então adotados, não foram capazes de incorporar meios para combater a escassez hídrica, a poluição dos rios e os conflitos de uso, tampouco promoveram a gestão descentralizada, participativa e sustentável dos recursos hídricos (MÜLLER, 2009).

A Lei N.º 9.433/97, em seu art. 5º definiu teoricamente seis instrumentos envolvidos na gestão dos recursos hídricos com a finalidade de promover a oferta de água em qualidade e quantidade aos usuários: 1) os planos de recursos hídricos; 2) o enquadramento dos corpos de água em classes; 3) a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos; 4) a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; 5) a compensação a municípios; 6) os sistemas de informação de recursos hídricos.

A Outorga de Direito de Uso tem a finalidade de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (art. 11, Lei 9.433/97).

De acordo com o art. 12 da Lei Federal das Águas, os usos sujeitos à outorga são:

- ✓ derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- ✓ extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- ✓ lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- ✓ aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- ✓ outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Apenas são dispensados de outorga o suprimento de pequenos núcleos populacionais, distribuídos na zona rural, e as derivações, captações, lançamentos e acumulações de volumes de água considerados insignificantes (art. 12). Cabe a cada Comitê de Bacia Hidrográfica, que já possui sistema de outorga implantado, definir os valores insignificantes de vazão no plano de recurso hídrico, e na inexistência do CBH, cabe ao órgão outorgante, seja na lei ou em sua regulamentação através de Resolução do Conselho Estadual. Silva e Monteiro (2004) lembram que “mesmo sem a obrigatoriedade da outorga, ainda há a responsabilidade de computar esses usos insignificantes e quantificá-los nos

balanços quali-quantitativos, pois um conjunto de usos insignificantes pode tornar-se significativo”.

O art. 13 estabelece que a outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas pelos Planos de Recursos Hídricos. E estas condições deverão preservar o uso múltiplo das águas.

O art. 14 estabelece que o Poder Executivo (Federal, Estadual e do Distrito Federal) é o responsável pela emissão da outorga, sendo que cada um fica responsável pela outorga dos recursos hídricos nos seus respectivos domínios. Porém os Estados ou o Distrito Federal poderão emitir outorgas em águas de domínio federal, caso o Poder Executivo Federal delegue-os essa competência.

O art. 15 define as circunstâncias que levam à suspensão (parcial ou total) da outorga:

- ✓ não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;
- ✓ ausência de uso por três anos consecutivos;
- ✓ necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;
- ✓ necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;
- ✓ necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;
- ✓ necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

Nesse artigo fica claro que mesmo com a concessão do direito de uso das águas, se for necessário para o atendimento aos fundamentos e objetivos da PNRH, o Poder Público tem total direito de suspender a outorga. Isso fica ainda mais explícito no art. 18, no qual a outorga é a simples autorização para uso, e não uma alienação do recurso hídrico. O art. 16 ainda dispõe que: “Toda outorga de direitos de uso de recursos hídricos far-se-á por prazo não excedente a trinta e cinco anos, renovável.”

Entre as várias resoluções concernentes à outorga aprovadas no âmbito federal, a Resolução N.º 16 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos de 8 de maio de 2001 contém avanços muito relevantes para o sistema de outorgas (SILVA e MONTEIRO, 2004). Nessa resolução podemos destacar alguns pontos mais importantes:

- ✓ A outorga confere o direito de uso de recursos hídricos condicionado à disponibilidade hídrica e ao regime de racionamento, sujeitando o outorgado à suspensão da outorga.
- ✓ A análise dos pleitos de outorga deverá considerar a interdependência das águas superficiais e subterrâneas e as interações observadas no ciclo hidrológico visando a gestão integrada dos recursos hídricos.
- ✓ Os prazos de vigência das outorgas de direito de uso de recursos hídricos serão fixados em função da natureza, finalidade e do porte do empreendimento, levando-se em consideração, quando for o caso, o período de retorno do investimento.
- ✓ A autoridade outorgante deverá assegurar ao público o acesso aos critérios que orientaram as tomadas de decisão referentes a outorga.
- ✓ A emissão da outorga obedecerá, no mínimo, às seguintes prioridades: o interesse público e a data da protocolização do requerimento, ressalvada a complexidade de análise do uso ou interferência pleiteados e a necessidade de complementação de informações.
- ✓ Os pedidos de outorga poderão ser indeferidos em função do não cumprimento das exigências técnicas ou legais ou do interesse público, mediante decisão devidamente fundamentada.
- ✓ A autoridade outorgante manterá cadastro dos usuários de recursos hídricos que integrarão o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos contendo, para cada corpo de água, no mínimo: registro das outorgas emitidas e dos usos que independem de outorga; vazão máxima instantânea e volume diário outorgado no corpo de água e em todos os corpos de água localizados a montante e a jusante; vazão máxima instantânea e volume diário disponibilizados no corpo de água e nos corpos de água localizados a montante e a jusante, para atendimento aos usos que independem de outorga; e vazão mínima do corpo de água necessária à prevenção da degradação ambiental, à manutenção dos ecossistemas aquáticos e à manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando couber, dentre outros usos.
- ✓ Quando da ocorrência de eventos críticos na bacia hidrográfica, a autoridade outorgante poderá instituir regime de racionamento de água para os usuários, pelo período que se fizer necessário, ouvido o respectivo CBH.

Todos esses pontos citados da Resolução N.º 16 revestem a outorga de uma importância fundamental no sistema de gestão de recursos hídricos, pois o processo de emissão da outorga deve ser subsidiado pelo balanço hídrico dos corpos d'água, pela análise da influência da atividade na qualidade da água, pela necessidade dos usos prioritários para a sociedade, levando em conta as situações de calamidade pública, eventos críticos e uma gestão integrada de todos os recursos hídricos.

3.1 A Outorga de Uso e os Critérios Econômicos

Carolo (2007) ressalta a suma importância da definição de critérios e procedimentos de natureza técnica e administrativa utilizadas no exame de pedidos de outorga e sua aplicação pelos órgãos competentes, uma vez que as regras claras de uso da água podem garantir o efetivo acesso a todos os usos, em atendimento ao princípio da preservação dos usos múltiplos, assim como assegura o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água.

Ainda que a grande maioria dos estudos sobre critérios de concessão de outorga se debrucem sobre aspectos quantitativos, como vazão de referência e limite máximo das disponibilidades hídricas que podem ser outorgados, e qualitativos, concentrando-se em limites máximos de assimilação de poluentes pelos corpos hídricos, alguns estudos já foram desenvolvidos tentando levar em conta critérios econômicos no processo de análise distribuição da água entre usuários ou no próprio processo de outorga.

Baltar (2001) introduziu uma alteração a um sistema de suporte à decisão para alocação de água entre diversos usuários de forma a maximizar o benefício econômico advindo do uso da água a partir da utilização de curvas de benefícios marginais associadas às desmandas. Apesar da metodologia satisfatória, a sua maior dificuldade como balizamento para a concessão de outorga diz respeito ao fato que novos empreendimentos não podem, por mais atrativos que sejam, reduzir as vazões outorgadas já concedidas.

Arnéz (2002) introduziu a avaliação do retorno econômico das culturas irrigadas para avaliação dos critérios que definem a vazão outorgável de referência na bacia do rio Santa Maria, no Rio Grande do Sul, concluindo que a opção de outorgar o direito de usos da água com base na vazão referencial das sub-bacias incrementais resultou na subutilização da água e sugeriu a verificação da

possibilidade de comercialização dos volumes outorgáveis de forma que um usuário que necessite de mais água possa adquirir cotas de outros usuários, de forma semelhante ao modelo norte americano.

Barbosa (2008) avaliou a influência que o uso de métodos multicriteriais tem no procedimento da concessão de outorga de uso da água visando auxiliar à tomada de decisão na escolha da melhor ordem de prioridades de atendimento às demandas hídricas do Sistema Curema-Mãe D'Água na Paraíba, concluindo que inclusão da análise multicriterial ao processo de outorga, apesar de aumentar sua complexidade, possibilitaria um maior refinamento das decisões ao permitir o tratamento simultâneo de aspectos variados, tais como: econômicos, sociais e ambientais. Os critérios econômicos empregados foram a lucratividade o prejuízo potencial para a agricultura e aquicultura.

Machado (2009) analisou a alocação de água entre usos potencialmente conflitantes, a irrigação e a produção de energia elétrica, com base em métodos de análise econômica, concluindo que a valoração econômica da água é um instrumento indispensável à eficácia dos modelos de gestão de recursos hídricos, apesar das dificuldades de aplicação, especialmente a dinâmica do processo no tempo em função das oscilações de preços de mercado das *commodities* dos usos analisados.

Santos et al. (2009), ao analisarem criticamente diferentes critérios para a outorga de uso propõem a utilização de duas abordagens econômicas: a modelagem de alocação utilizando o valor adicionado, em que os demais fatores de produção, com exceção da água, são considerados irrestritos, e os preços dos fatores de produção e dos bens produzidos são previamente conhecidos e assumidos como constantes no tempo, de forma que o modelo de alocação busca maximizar o valor adicionado em função da água consumida em cada unidade de gestão hídrica, sujeitando-se a determinadas restrições; e a modelagem de alocação utilizando a teoria da utilidade, onde se busca a maximização da utilidade de uma unidade de gestão hídrica (UGH 1) condicionada à maximização da utilidade de outra região (UGH 2), sendo válida a recíproca, tendo em vista que a satisfação decorrente da aquisição de uma unidade de água em uma UGH, não pode ser comparada com a satisfação dos usuários de outra unidade de gestão hídrica. Segundo os autores, o primeiro critério econômico tenta estabelecer uma distribuição de vazões outorgáveis de modo a agregar mais riqueza para a bacia

hidrográfica como um todo, enquanto o segundo critério estabelece um novo conceito, mostrando que não é possível comparar a utilidade que determinado bem proporciona a consumidores diferentes.

Percebe-se, portanto, uma grande lacuna metodológica na concessão de outorga, onde o viés quantitativo tem sobressaído e, em muitos casos, eclipsado os demais critérios, prejudicando o objetivo principal da própria gestão de recursos hídricos que é de maximizar os benefícios socioeconômicos do uso da água, sem a dissociação dos aspectos qualitativos e ambientais.

4 O ZONEAMENTO ECOLOGICO ECONÔMICO

O Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente que atua na organização territorial, conforme específica o Decreto Presidencial nº 4297, de 10 de julho de 2002, que regulamenta o Art. 9º, inciso II, da Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o ZEE do Brasil.

Segundo Ferreira (2011), o Zoneamento Ecológico Econômico tem sido o instrumento utilizado na tentativa de ordenação do território brasileiro buscando harmonizar os interesses econômicos, sociais e ambientais. O ZEE difere dos zoneamentos clássicos, pois sua execução demanda de um grande esforço de integração de políticas públicas, ações dos governos federal e locais, interesses econômicos e ambientais, além da articulação e debate com a sociedade civil, considerando suas perspectivas e opiniões sobre a gestão e utilização do território.

Para Dantas (2011), o Zoneamento Ecológico Econômico consiste em um dos mais importantes instrumentos de gestão ambiental do governo brasileiro voltado para o planejamento do desenvolvimento territorial em bases sustentáveis. Segundo sua diretriz metodológica a sustentabilidade é a premissa básica para identificar potencialidades e limitações ecológicas, econômicas e sociais, e, portanto, esse conceito serve de pressuposto para todas as etapas de zoneamento.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2006), os principais objetivos do ZEE no âmbito nacional são:

- ✓ Subsidiar a elaboração de planos, programas e projetos e propor alternativas para tomada de decisão, segundo o enfoque da compatibilização das atividades econômicas com o ambiente natural.
- ✓ Conjugar os elementos de diagnóstico físico, biótico e socioeconômico, para estabelecer macrocenários exploratórios com vistas a apresentar alternativas ao desenvolvimento social, ambientalmente sustentável.
- ✓ Identificar as políticas públicas nacionais de desenvolvimento e de meio ambiente, comparando suas afinidades e incongruências.
- ✓ Identificar oportunidades de uso dos recursos naturais, estabelecendo os parâmetros necessários para sua exploração.

- ✓ Identificar e analisar problemas ambientais, tais como áreas degradadas, usos inadequados dos solos, das águas superficiais e subterrâneas, exploração irregular de recursos ambientais e desenvolvimento urbano descontrolado.
- ✓ Identificar conflitos de interesses entre os usos dos recursos naturais e as políticas ambientais, bem como a concorrência desses usos.
- ✓ Identificar e analisar problemas socioeconômicos da população brasileira, em suas diferentes regiões, correlacionando-os a processos de dinâmica territorial.
- ✓ Propor as diretrizes legais e programáticas de caráter preservacionista e de desenvolvimento econômico e social para cada sistema ambiental identificado e, quando for o caso, de ações voltadas à mitigação ou correção de impactos ambientais danosos, porventura ocorridos.
- ✓ Propor a elaboração de instrumentos legais visando o desenvolvimento sustentável nas diferentes regiões do país.
- ✓ Criar saídas (respostas) dos sistemas de informações que atendam aos principais usuários da gestão territorial.
- ✓ Estimular mecanismos que favoreçam a criação e implementação de instrumentos e técnicas voltadas para a análise ambiental.
- ✓ Criar mecanismos de sistematização das informações existentes e garantir seu amplo acesso, divulgando as ações do ZEE, em formato analógico, multimídia e internet.
- ✓ Montar banco de dados, em linguagem universal, de amplo acesso e facilidade de uso, com as informações primárias e secundárias utilizadas pelos projetos, inclusive metadados, espacializando as informações em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados, utilizando Sistema de Informações Geográficas.

Souza (2008) identifica três componentes no ZEE. A primeira, técnica, trata de sintetizar e modelar conhecimento científico sobre a interação e distribuição espacial dos sistemas ambientais (meios físico, biótico e antrópico) em uma região, em diferentes escalas temporais e espaciais, buscando avaliar o grau de sustentabilidade vulnerabilidade de cada sistema ambiental e prognosticar cenários de uso de recursos naturais. O segundo elemento, o político, tem como objetivo, implementar alternativas de desenvolvimento regional e sub-regional compatíveis com a sustentabilidade e as vulnerabilidades dos sistemas ambientais, estabelecendo critérios para a ocupação espaço e uso dos recursos naturais, por meio da adoção de políticas e ações públicas (programas, projetos, mecanismos

fiscais, planejamento obras de infraestrutura e outros) coerentes com as indicações do componente técnico do Zoneamento. A terceira componente do programa aponta o ZEE como instrumento de planejamento e gestão territorial para se alcançar o desenvolvimento regional sustentável, dotando-o de caráter ativo em uma nova proposição de desenvolvimento, na qual deve considerar todo o contexto de sustentabilidade.

4.1 O ZEE no Estado do Piauí

Dentro do planejamento do uso de seus recursos naturais, o Estado do Piauí tem desenvolvido ações visando a elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico em seu território. A primeira experiência ocorreu em 2001, com o Projeto Piloto ZEE Baixo Rio Parnaíba, elaborado pelo Consórcio ZEE Brasil, que à época englobava instituições como Ibama, Agência Nacional de Águas (ANA), Embrapa, IBGE, IPEA, INPE e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM). O estudo, tendo por base a escala 1:100.000, englobou a faixa litorânea de abrangência da foz do rio Parnaíba e sua área de influência, contemplando cinco municípios do Maranhão, nove no estado do Piauí e dois no Ceará.

A SEMAR/PI finalizou em 2014 o Zoneamento Ecológico Econômico dos Cerrados Piauienses (ZEE-Cerrados/PI), também com base na escala 1:100.000, abrangendo uma área de 45.198 km², referentes aos municípios de Baixa Grande do Ribeira, Bom Jesus, Currais, Gilbués, Monte Alegre do Piauí, Palmeira do Piauí, Ribeiro Gonçalves, Santa Filomena, Sebastião Leal, e Uruçuí. A área trabalhada, mostrada na Figura 1, engloba totalmente a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto e parte da bacia do rio Gurgueia e das bacias difusas do Alto Parnaíba e da Barragem de Boa Esperança.

O Zoneamento foi baseado em um diagnóstico participativo e na análise de dados secundários e colhidos em campo. Dentre os temas abordados viando a realização de um diagnóstico mais próximo possível da situação real e das condicionantes, deficiências e potencialidades locais, estão (SEMAR, 2013):

a) Caracterização das condições climáticas, socioeconômicas e ambientais:

Para os estudos das condições climáticas foram utilizados dados das estações existentes na área de estudo. Estes dados foram trabalhados a fim de gerar uma classificação climática de cada município;

Os estudos socioeconômicos foram trabalhados através de dados de órgão estatísticos, especialmente do IBGE, através destes dados foi feita a caracterização de cada município, com nível local de detalhamento;

Para a caracterização ambiental foram utilizados dados já produzidos por outras fontes, adaptados e trabalhados em nível local, as atualizações dos dados ambientais e o detalhamento por município foi feito através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

A principal metodologia utilizada foi a geossistêmica, que engloba, com uma visão holística, todos os fatores que interferem no meio, gerando o melhor resultado na caracterização da paisagem.

b) Aptidão agrícola e capacidade de uso dos solos;

Foram utilizados dados e levantamentos feitos pela EMBRAPA, analisando os tipos de solos, suas aptidões, tipo de manejo, nível de mecanização, fertilidade, etc., gerando assim uma carta de aptidão agrícola dos solos.

c) Atualização do uso da terra, com base em imagens de satélite recentes, com cobertura de nuvens abaixo de 10%, disponíveis no site do INPE;

A imagem escolhida para análise ambiental foi a LANDSAT TM 5, disponível gratuitamente no INPE. Para cobertura total dos 10 municípios selecionados foi preciso utilizar 7 pontos em três órbitas do satélite, ou seja, foram utilizadas para cobertura total as seguintes cenas (Órbita/Ponto): 219/65, Datada de 07/07/2010; 220/65, datada de 15/08/2010; 220/66, datada de 15/08/2010; 220/67, datada de 15/08/2010; 221/65, datada de 22/08/2010; 221/66, datada de 22/08/2010; 221/67, datada de 22/08/2010. Todas as imagens estão com 0% de cobertura de nuvens.

d) Potencialidade extrativista associada às fitofisionomias.

Análise realizada através do manual de fitogeografia do IBGE, levantando os tipos de vegetação original e atual existentes na região e o potencial extrativista.

Seguindo e adaptando a metodologia proposta por Becker & Egler (1997)¹ as zonas foram reclassificadas de acordo com uma matriz gerada de acordo com a

¹ BECKER, B. K. E EGLER, C. A. G. 1997 - Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, e Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 43 p.

avaliação analítica do resultado desta síntese, criando áreas produtivas, críticas ou binômios representativos das características dominantes e complementares das áreas.

As áreas produtivas foram divididas em:

- ✓ Consolidação – áreas que poderão ser utilizadas para o desenvolvimento humano; e
- ✓ Expansão – áreas a serem utilizadas para expansão do potencial produtivo.

Já as áreas críticas estão divididas em:

- ✓ Preservação – áreas que devem ser preservadas devido à sua vulnerabilidade; e
- ✓ Recuperação – áreas que devem ser recuperadas apesar do seu elevado grau de vulnerabilidade, possuem alto potencial para desenvolvimento.

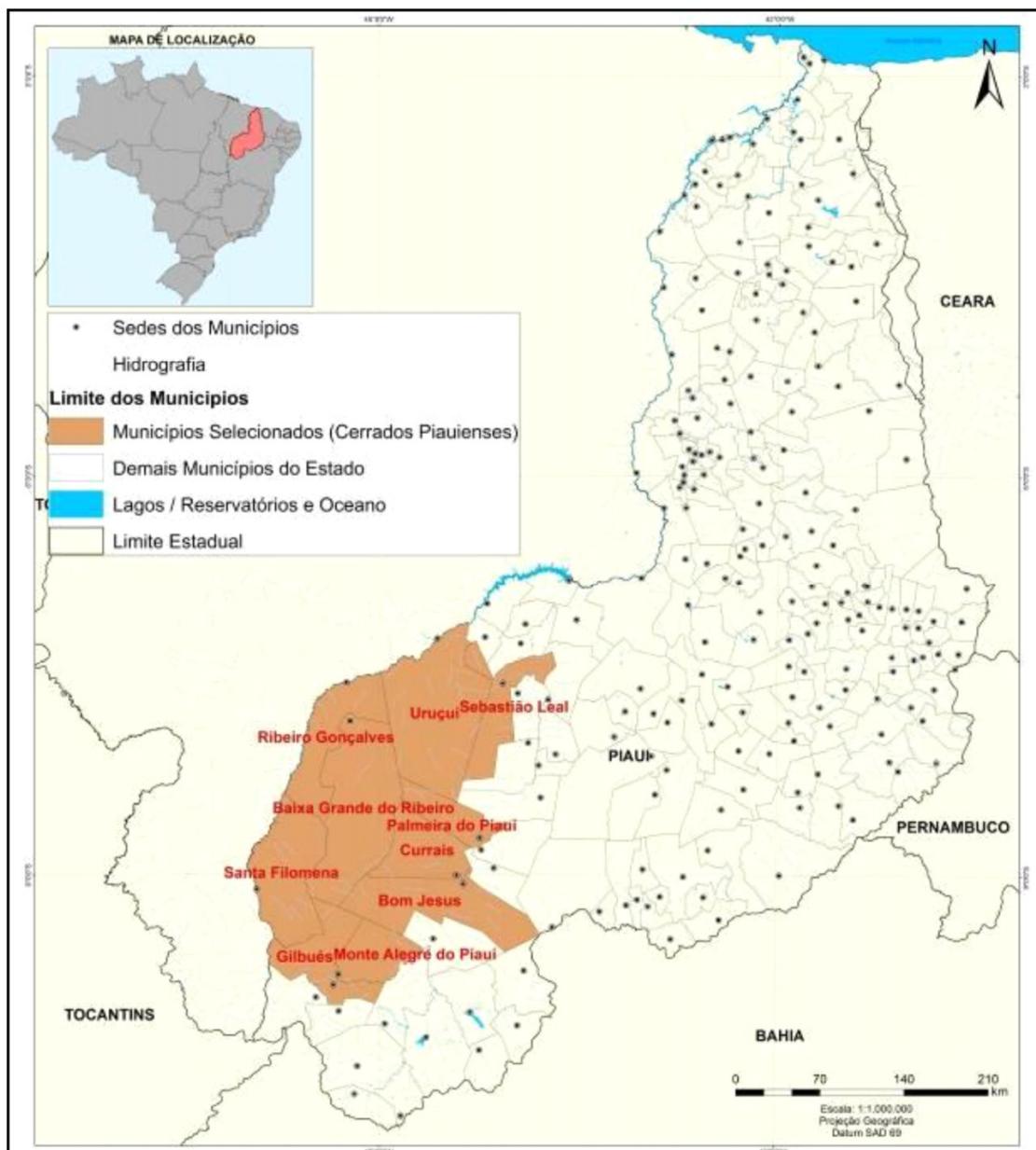


Figura 1 – Área de abrangência do ZEE- Cerrados/PI.

Fonte: SEMAR (2014)

Além das zonas criadas com o cruzamento das vulnerabilidades e potencialidades, foram sobrepostas zonas de interesse à proteção ambiental, como as Áreas de Preservação Permanente; Áreas de Proteção das Encostas e; Unidades de Conservação. O resultado obtido, ainda em fase de minuta, está apresentado na Figura 2 e detalhado no Quadro 1.

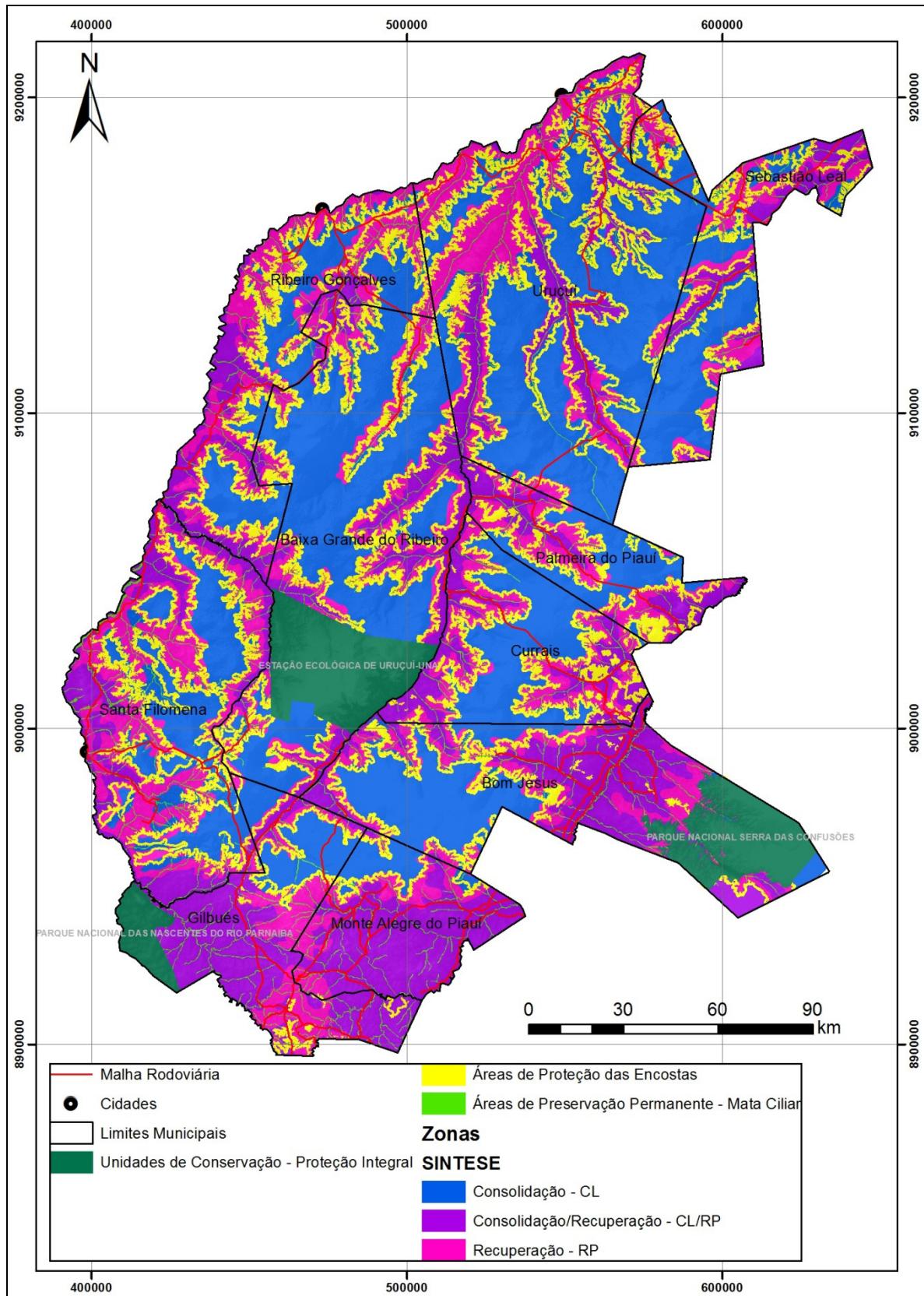


Figura 2 – Mapas das zonas.

Fonte: SEMAR (2014)

Quadro 1 – Descrição das Zonas

Legenda no Mapa	Potencial Social (PNDR, 2005)	Vulnerabilidade Natural	Síntese	Área (km ²)	Diretrizes de Usos
CL	Dinâmica	Muito Fraca	Consolidação	25.456	Área a ser utilizada para o desenvolvimento humano, pautado no potencial agrícola da região e na dinâmica econômica significativa. São áreas indicadas para lavouras com aptidão agrícola regular (extremo norte da zona) ou com restrição (restante da zona), sendo necessário práticas agrícolas com nível tecnológico médio a alto. Devem ser prioritárias para a conservação da biodiversidade as áreas localizadas no extremo sul e em pequena parte no oeste da zona, por serem de importância extremamente alta.
CL/RP	Dinâmica	Forte	Consolidação / Recuperação	35.490	São áreas que poderão ser utilizadas para o desenvolvimento humano, mas deve ser priorizada a recuperação das áreas degradadas. No setor agropecuário, uma pequena parte da área possui restrição com utilização de manejo de médio a alto nível tecnológico, mas a maior parte deve ser utilizado apenas para pastagem natural e uma pequena parte deve ser restrita apenas à preservação e conservação da flora e fauna. Existe no extremo norte da área a possibilidade de exploração do potencial turístico através da contemplação das belezas cênicas da região.
		Fraca			
		Moderada			
RP	Dinâmica	Muito Forte	Recuperação	20.989	Apesar do potencial para o desenvolvimento econômico, são escarpas com declividades que variam entre 24 a 37º, com vulnerabilidade natural muito forte sendo indicadas para preservação da flora e da fauna ou, em casos específicos e com restrições, para pastagens naturais com manejo de baixo nível tecnológico. Por serem áreas de beleza natural, deve ser explorado e incentivado a atividade turística de contemplação, podendo as zonas ao redor, serem utilizadas para aporte da infraestrutura.

Fonte: SEMAR (2014)

5 METODOLOGIA

Em termos gerais, a metodologia proposta diz respeito à identificação dos possíveis usos do solo em cada zona, definidos pelo ZEE-Cerrados/PI ou a partir de sua interpretação, e à determinação de valores de referências de viabilidade econômica a serem mantidos pelos empreendimentos passíveis de outorga. Assim, se em uma zona é possível a implantação de projetos de irrigação, buscar-se-á identificar as culturas mais indicadas em função das características climáticas e edáficas, sendo avaliados a viabilidade econômica e o tempo médio para retorno do investimento para cada uma delas, permitindo a identificação de um valor médio referencial.

5.1 Vabilidade Econômica

Abreu Filho (2003) apresenta como alternativas para comparação econômico-financeira de projetos três metodologias: *Payback*, do inglês “pagar de volta”, que representa o tempo que o investimento levará para se ter retorno do valor investido; Valor Presente Líquido – VPL, diferença entre o valor presente de um projeto e o custo do projeto no tempo “zero”, ou seja, na data de hoje, de tal forma que se VPL é positivo o projeto é lucrativo (vale mais do que custa), se negativo, o projeto dará prejuízo (custa mais do que vale); Taxa Interna de Retorno – TIR, que representa quanto o projeto oferece de retorno ao investidor no prazo especificado.

5.1.1 Payback

Segundo Ribeiro (2010), Payback, ou prazo de recuperação do investimento, é uma das técnicas de análise de investimento mais utilizadas. Esta técnica calcula o período (prazo) que o investidor irá precisar para recuperar o capital investido sendo, portanto, o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento.

Sob o ponto de vista do payback, o projeto é considerado viável quando o prazo encontrado como resultado do cálculo for menor que o prazo desejado para a recuperação do investimento.

De acordo com Pereira e Santos (1995) apud Pinheiro (2003), no método payback existem duas modalidades de instrumento: o payback médio (PbM), que mede a recuperação do capital investido, trabalhando com a média das entradas de caixa gerada no período analisado; e o payback efetivo (PbE), que se utiliza das entradas de caixa efetivamente realizada na projeção efetuada.

Para o cálculo do payback médio, Pinheiro (2003) indica a seguinte sequência:

1º) Encontrar o valor presente (VP), descontando-se os valores das entradas de caixa para a data zero e somando-se os resultados obtidos:

$$\sum VP = \frac{EC_1}{(i+1)^1} + \frac{EC_2}{(i+1)^2} + \dots + \frac{EC_n}{(i+1)^n} \quad (1)$$

sendo EC_n a entrada de caixa projetada para o ano n e i a taxa de juros/inflação.

2º) Calcular a entrada de caixa média (ECM), somando-se as EC atualizadas (VP) e dividindo-se o resultado pelo número de anos de vida do projeto (VUP), segundo:

$$ECM = \frac{\sum VP}{VUP} \quad (2)$$

3º) Calcular o payback médio (PbM), dividindo-se o investimento líquido inicial (ILI) pela entrada de caixa média (ECM), conforme:

$$PbM = \frac{ILI}{ECM} \quad (3)$$

O resultado encontrado representa o número de anos que o projeto demorará a recuperar o investimento efetuado.

A determinação Payback efetivo (PbE) consiste em subtrair do investimento líquido inicial (ILI), os VP, ano a ano, até encontrar o “momento” em que este é “zerado” e que corresponde à recuperação total do investimento efetuado, conforme a equação:

$$PbE = ILI - VP_1 - VP_2 - \dots - VP_n \quad (4)$$

5.1.2 Valor Presente Líquido (VPL)

Conforme Gitman (1997) apud Ferreira (2003), por considerar explicitamente o valor do dinheiro no tempo, o valor presente líquido é considerado uma técnica sofisticada de análise de orçamento de capital. Visa determinar a viabilidade do

negócio, identificando os melhores a serem investidos. Sem restrições ao capital, esse critério tenderá a uma ótima escolha, maximizando o valor do empreendimento.

Segundo Haack (2009), o cálculo do VPL é determinado a partir da soma dos desembolsos e receitas de um investimento referido ao instante inicial. O valor presente de seus fluxos de entrada de caixa (EC) é subtraído do investimento inicial (ILI), e o resultado, descontado a uma taxa de desconto denominada de taxa de atratividade ao investimento (i). Isso significa a mínima taxa de atratividade ao investimento ao qual o investidor estaria disposto a aplicar no projeto. Se pelo método, o valor do VPL for maior que zero, esse fato indica que os fluxos futuros trazidos e somados a valor presente superam o investimento inicial. Logo, o projeto de investimento é considerado aceitável.

O cálculo de VPL é feito pela seguinte equação (Ferreira, 2003):

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{EC_t}{(1+i)^t} - ILI \quad (5)$$

5.1.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Conforme Gitman (1997) apud Ferreira (2003), é a técnica sofisticada mais usada para a avaliação de alternativas de investimentos. Segundo Haack (2009), representa uma taxa de desconto que iguala ao VPL de um projeto em estudo a zero, ou seja, o valor do custo do capital que torna o VPL nulo. Corresponde a uma taxa que remunera o valor investido do projeto. Para um TIR maior que a taxa mínima de atratividade, o projeto poderá ser viabilizado.

O cálculo da TIR é feito por (Ferreira, 2003):

$$VPL = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{EC_t}{(1+TIR)^t} - ILI \quad (6)$$

Diversos estudos de viabilidade econômica de empreendimentos agropecuários utilizaram tais instrumentos econômicos, indicando sua adequação para o objetivo desejado, dentre os quais citam-se:

- ✓ COMDEPI (2002) utilizou a Taxa Interna de Retorno para avaliar a viabilidade econômica da implantação de uma barragem no rio Uruçuí Preto para irrigação ou para a produção de energia elétrica;

- ✓ Kogler et al. (2007) estudaram a viabilidade econômica do cultivo irrigado por microaspersão da Banana em Bom Jesus da Lapa/BA, utilizando o valor presente líquido, taxa interna de retorno, payback, prêmio de risco, índice de lucratividade e o índice de benefício custo;
- ✓ Vilela et al. (2013), empregaram o valor presente líquido, taxa interna de retorno, payback, e o índice de lucratividade e o valor econômico agregado para determinar a viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados com criação de tambaqui no estado de Goiás;
- ✓ Bedoya et al. (2012) utilizadas o VPL, a TIR, o payback e o retorno do investimento num horizonte de 21 anos, com uma taxa de juros de 5% a.a. (Selic) para avaliar três alternativas de produção em Nova Andradina/MS e Rio Verde/GO: a intensificação da pecuária atual, o sistema de produção lavoura (soja e milho safrinha)-pecuária e a combinação lavoura (soja e milho safrinha)-pecuária-floresta;
- ✓ Ribeiro et al. (2007) fizeram a estimativa do potencial de abatimento de erosão para a atividade agrossilvipastoril na unidade agroflorestal da Companhia Mineira de Metais, em Paracatu/MG e analisaram a contribuição econômica das receitas geradas pela compensação monetária prevista no Programa do Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas - ANA, empregando o VPL, a TIR e o valor anual equivalente;
- ✓ Vidal et al. (2006), analisaram o sistema de produção de ovinos em lotação rotativa em pastagem irrigada na fazenda experimental do Vale do Curú, no Ceará, utilizando como medidas de eficiência econômica a relação benefício custo, valor presente líquido, taxa interna de retorno e análise de sensibilidade;
- ✓ França et al. (2013), propuseram um modelo de criação de caprinos e ovino no semiárido brasileiro por meio de um sistema agrossilvipastoril, de forma a viabilizar a sobrevivência digna de um agricultor familiar e assegurar a sustentabilidade ambiental do bioma Caatinga, empregando como instrumentos de análise da viabilidade econômica o VPL, a TIR e a relação benefício/custo;
- ✓ Araújo (2002), realizou a avaliação econômica e social de projetos de irrigação no nordeste brasileiro empregando a teoria da análise custo-

benefício (ACB), calculando a relação benefício custo (RBC), o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

Considerando as características de cada metodologia de análise e os objetivos do presente trabalho, optou-se por trabalhar com a taxa interna de retorno tendo em vista a possibilidade de avaliar diversos cenários em função do período de validade da outorga, bem como evitar as incertezas com as taxas de juros e inflação, variáveis a serem levadas em conta no caso do Valor Presente Líquido e do Payback.

Os custos de produção, produtividade e valor de comercialização podem ser obtidos no Anuário da Agricultura Brasileira, o Agrianual, publicado anualmente pela Informa Economics FNP. Outras fontes de pesquisa são a Produção Agrícola Municipal – PAM e a Produção da Pecuária Municipal – PPM, realizadas anualmente pelo IBGE, além de pesquisas na internet sobre a cotação das principais commodities como, por exemplo, no site <http://www.agrolink.com.br>, além das centrais de abastecimento estaduais.

5.2 Demanda Hídrica para Irrigação

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2005), cerca de 40% da vazão de retirada no país são destinadas à irrigação, 27% são destinados para abastecimento urbano, 17% para indústria, 13% para animal e apenas 3% para abastecimento rural. O total retirado representa uma vazão de 1.592 m³/s. Por outro lado, considerando apenas a parcela da água captada que é efetivamente consumida, ou seja, aquela não retorna como efluente, a irrigação representa quase 70% dos 841 m³/s utilizados no país.

Tendo em vista a prevalência de tal uso e a importância do agronegócio para a economia nacional, optou-se por tomar a irrigação como atividade de referência na determinação da TIR que balizaria a concessão de outorga de uso.

A irrigação consiste em fornecer água a uma cultura quando o aporte pluviométrico é insuficiente para atender totalmente às suas necessidades hídricas. Assim, a demanda de irrigação é calculada multiplicando-se a área de cultivo pela diferença entre a necessidade hídrica da cultura e a precipitação ocorrida sobre a área cultivada (Fernandes, 2002).

Segundo Telles (1996), a maneira mais indicada de se determinar a quantidade de água requerida por uma dada cultura é através da estimativa da demanda máxima de uma cultura referencial (ET₀). A evapotranspiração máxima de uma cultura (ET_m) representa a máxima perda de água que uma cultura sofre em um determinado estágio de desenvolvimento, quando a mesma não é submetida a qualquer tipo de restrição de água no solo, estando relacionada à evapotranspiração de referência através de um coeficiente de cultura (K_c):

$$ET_m = ET_0 \cdot K_c \quad (7)$$

O coeficiente de cultura varia com o tipo de cultura e com o seu estágio de desenvolvimento.

Considerando as condições ideais de produção, a evapotranspiração real (ET_a) deve se igualar à ET_m, garantindo, assim, a máxima produtividade quando considerado o aspecto hídrico. Por isso deve ser utilizado o valor de ET_m na determinação da demanda climática máxima de uma cultura em projetos de irrigação (Telles, 1996).

Existem diversos métodos para a estimativa da ET₀, diretos (lisímetros, parcelas experimentais de campo, controle de umidade) e indiretos (evaporímetros e equações). Em função das dificuldades de emprego dos métodos diretos, é mais frequente a utilização dos métodos indiretos. Jensen et al. (1990) analisaram o desempenho de 20 métodos diferentes, entre eles Penman modificado, Blaney-Criddle, Radiação, Tanque Evaporimétrico, Hargreaves, Turc e o método combinado de Penman-Monteith, comparando os resultados com dados de lisímetros de onze localizações com condições climáticas variáveis, demonstrando o desempenho superior do método combinado de Penman-Monteith tanto em climas úmidos quanto em climas áridos.

Atualmente a FAO – *Food and Agriculture Organization*, órgão das Nações Unidas para a agricultura e alimentação, recomenda o método combinado de Penman-Monteith como padrão para a avaliação de ET₀, disponibilizando, inclusive, um programa computacional para tal finalidade, o CROPWAT², que determina, ainda, a demanda para irrigação baseados em dados climáticos, da cultura e de

² http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html

solo. Segundo Smith et al. (1996), a determinação da evapotranspiração pelo método combinado de Penman-Monteith de referência pode ser simplificada por:

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (8)$$

onde: ET_0 é a evapotranspiração de referência (mm/dia); R_n é a radiação líquida na superfície da cultura (MJ/m²/dia); G é o fluxo de calor no solo (MJ/m²/dia); T é a temperatura média do ar (°C); U_2 é a velocidade do vento medido a dois metros de altura (m/s); $(e_a - e_d)$ é o défice de pressão do vapor (kPa); Δ é a declividade da curva de pressão do vapor (kPa/°C); γ é a constante psicrométrica (kPa/°C); 900 é um fator de conversão.

Para aplicação da Equação 8 são requeridas informações sobre a localização da área (latitude e altitude) e normais climatológicas de temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar, velocidade média dos ventos a 2 metros de altura e horas diárias de incidência solar.

Como a irrigação é complementar à precipitação, normalmente é descontada da demanda hídrica uma parcela da precipitação com grande probabilidade de ocorrência, a chamada precipitação provável, sendo o nível de probabilidade de 75% considerado como nível confiável para estudos e planejamentos agrícolas (Bernardo, 1989; Samani e Hargreaves, 1985).

Para a determinação da precipitação provável, uma distribuição teórica de probabilidades deve ser ajustada à série histórica de precipitações. Diversos autores defendem a distribuição Gama como a mais adequada para avaliação da precipitação provável, como é o caso de Murta et al. (2005), Silva et al. (2007), Lima et al. (2008) e Silva et al. (2013).

A função cumulativa de distribuição de probabilidade tem a forma (Andrade Júnior e Bastos, 1997):

$$F(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \cdot \beta^\alpha} \int_0^x X^{\alpha-1} \cdot (e)^{\frac{-x}{\beta}} \cdot dx \quad (9)$$

onde: α é o parâmetro de forma ($\alpha > 0$); β é o parâmetro de escala ($\beta > 0$); $\Gamma(\alpha)$ é a função gama, definida por:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^x e^{-x} \cdot x^{\alpha-1} \cdot dx \quad (10)$$

Os valores dos parâmetros α e β podem ser estimados a partir do método da verossimilhança, mais eficiente que o método dos momentos para o ajuste de séries climatológicas (Soccol et al., 2010).

Andrade Júnior e Bastos (1997), entretanto, indicam o emprego da distribuição cumulativa Gama-Mista no caso da existência de valores nulos na série de precipitações a ser ajustada, tendo em vista que a mesma possibilita uma maior flexibilidade da curva e um melhor ajuste aos dados pluviométricos observados. Segundo os autores, tal distribuição é determinada por:

$$F(x) = P_0 + (1 - P_0) \cdot G(x) \quad (11)$$

sendo:

$$P_0 = \frac{N_0}{N+1} \quad (12)$$

onde: P_0 é a probabilidade de ocorrência de valores nulos; $G(x)$ é a distribuição cumulativa Gama; N_0 é o número de valores nulos da série.

Samani e Hargreaves (1985) recomendam que, na determinação da demanda para irrigação, seja considerada a precipitação provável apenas para os meses com valor médio superior a 50 mm pois baixos valores de precipitação tem pequeno significado para a agricultura.

5.3 Sistema de Irrigação

Um sistema de irrigação é um conjunto de técnicas da Engenharia Agrícola que visa distribuir água às plantas cultivadas em quantidades suficientes para promover um desenvolvimento vegetal adequado, com um mínimo de consumo de água, sendo constituído dos seguintes subsistemas (Mello e Silva, 2009):

- ✓ Subsistema de captação – constitui a parte do sistema de irrigação responsável por retirar a água do manancial hídrico. A captação de água pode ser feita de duas maneiras: por bombeamento, ou por gravidade. A captação por bombeamento é a mais comum, uma vez que a maioria dos casos, a fonte de água se encontra em cota inferior a área a ser irrigada.
- ✓ Subsistema de condução - compreende o conjunto de estruturas hidráulicas responsável pela condução e distribuição da água em toda a área a ser irrigada.
- ✓ Subsistema de aplicação – depende do tipo de irrigação a ser empregada. Por exemplo, no método de irrigação por aspersão, a aplicação da água é feita por meio de aspersores, simulando uma precipitação; no método por sulcos de infiltração, são utilizados sifões que derivam a água de um canal de distribuição para os sulcos.

Dependendo do método de irrigação adotado também deve ser implantado o sistema de drenagem, responsável pela eliminação dos excessos inevitáveis de água de irrigação e precipitação que podem provocar danos ao solo como é o caso da salinização.

Segundo Frizzone (2014), existem quatro métodos de irrigação:

- ✓ Irrigação por aspersão – a aplicação da água ao solo resulta da subdivisão de um jato d'água lançado sob pressão no ar atmosférico, através de simples orifícios ou de bocais de aspersores;
- ✓ Microirrigação, ou irrigação localizada – a aplicação da água é feita por emissores que operam sob pressão e localizam o volume de água necessário nas áreas de interesse;
- ✓ Irrigação por superfície – utilizam a superfície do solo para conduzir a água que deve ser aplicada à área a ser irrigada; e

- ✓ Irrigação subterrânea – consiste na aplicação de água ao subsolo pela formação de um lençol freático de água artificial ou pelo controle de um natural, mantendo-o a uma profundidade conveniente, capaz de proporcionar um fluxo satisfatório de água à zona radicular da cultura, satisfazendo as suas necessidades no processo de evapotranspiração.

De acordo com Coelho et al. (2005), a eficiência de irrigação é tomada como a razão entre a quantidade de água efetivamente usada pela cultura e a quantidade retirada da fonte. Enquanto os métodos superficiais apresentam os menores valores de eficiência, os métodos de irrigação localizada podem chegar a valores acima de 90%. Para a irrigação por aspersão, a eficiência varia entre 50 e 90%, sendo mais eficientes os sistemas que trabalham com baixa pressão. Segundo Silveira e Stone (2014), a eficiência média da aspersão é da ordem de 70%. Dentre as grandes vantagens dos sistemas de irrigação por aspersão está a sua grande adaptabilidade, podendo ser empregada para praticamente todos os tipos de cultivos, condições topográficas, pedológicas e climáticas, além de permitir fácil controle da quantidade de água a ser aplicada (Frizzone, 2014).

Os sistemas de irrigação por aspersão são classificados em função da mobilidade dos diferentes elementos que compõem o sistema em (Mello e Silva, 2009):

- ✓ Sistemas fixos: podem ser fixos permanentes ou fixos temporários. Nos permanentes, todos os elementos da rede hidráulica são fixos durante a vida útil do sistema; nos temporários, todo o sistema é instalado no início do plantio e deslocados para outra área quando do final da exploração agrícola no local onde estava;
- ✓ Sistemas móveis ou portáteis: todos os elementos da instalação são móveis, incluindo o conjunto moto-bomba, sendo é mais comum o uso de motores de combustão interna, pois a exigência de instalação elétrica em cada ponto de tomada do equipamento é inviável por razões de ordem econômica.
- ✓ Sistemas semifixos: é a forma mais empregada no Brasil consistindo na instalação da moto-bomba e da(s) linha(s) principal(is) fixos e as linhas laterais ou ramais totalmente móveis. À cada irrigação, as linhas laterais, onde estão acoplados os aspersores, são desmontadas e remontadas nas

posições seguintes para uma nova irrigação. Tem um custo de instalação menor que o sistema fixo, mas exige maior mão-de-obra.

Os sistemas podem ser classificados, ainda, como convencional, bastante dependente de mão-de-obra, ou mecanizado, quando boa parte da operação é feita de forma automatizada a partir do emprego de equipamentos mais sofisticados.

Os métodos de irrigação por aspersão e localizados, salvo em situações especiais, dispensam o sistema de drenagem, devido às altas eficiências de aplicação que possuem, pois permitem maiores condições para incorporar ao solo a quantidade de água necessária, com pouca perda, desde que o manejo se processe de maneira eficiente.

5.3.1 Dimensionamento de Sistemas de Irrigação por Aspersão Convencional

Segundo Mello e Silva (2009), um sistema de irrigação por aspersão é composto basicamente por: estação de bombeamento, uma ou mais linhas principais, linhas laterais ou ramais, aspersores e acessórios da rede hidráulica. Paz (s/d) detalha:

- ✓ **Tubulações:** normalmente são de alumínio, aço zinkado, aço galvanizado ou PVC rígido, com comprimento padrão de 6 metros e diâmetro variando entre 2" e 8". Outros materiais, tais como, ferro fundido e cimento amianto, podem ser utilizados em linhas fixas enterradas. As tubulações são classificadas em:
 - (i) linhas laterais – geralmente são providas de acoplamentos rápidos, conduzem a água até os aspersores;
 - (ii) linhas secundárias – de alumínio, PVC ou aço zinkado, alimentam as linhas laterais a partir da linha principal;
 - (iii) linha principal – em PVC, aço zinkado ou alumínio, conduz a água da motobomba até as linhas secundárias;
- ✓ **Aspersores:** constituem as peças principais do sistema, responsáveis pela distribuição da água sob o terreno na forma de chuva. A escolha é baseada, principalmente, na precipitação por eles fornecida (função da pressão, do diâmetro do bocal e do espaçamento);
- ✓ **Motobomba:** tem a função de captar a água na fonte e suprir o sistema de aspersores, sendo impulsionada por um motor elétrico ou a diesel. As bombas centrífugas de eixo horizontal são as mais utilizadas;

- ✓ Acessórios: correspondem às peças especiais necessárias ao funcionamento do sistema como tampão final, haste de subida do aspersor, engate rápido para aspersores com válvula de saída, curvas, válvulas de linha, cotovelos de derivação, manômetros, registros de gaveta, derivação em “T”, válvula de retenção, borrachas de vedação, etc.

Os sistemas convencionais do tipo semifixo são os mais empregados por aliar as vantagens da irrigação por aspersão com um menor custo de implantação, sendo portanto escolhido para a discussão dos principais aspectos a serem considerados no dimensionamento de cada parte do sistema. A Figura 3 apresenta um esquema um sistema semifixo, onde a linha lateral é mudada de posição a cada turno de irrigação, enquanto as Figuras 4a e 4b exemplificam um sistema implantado.

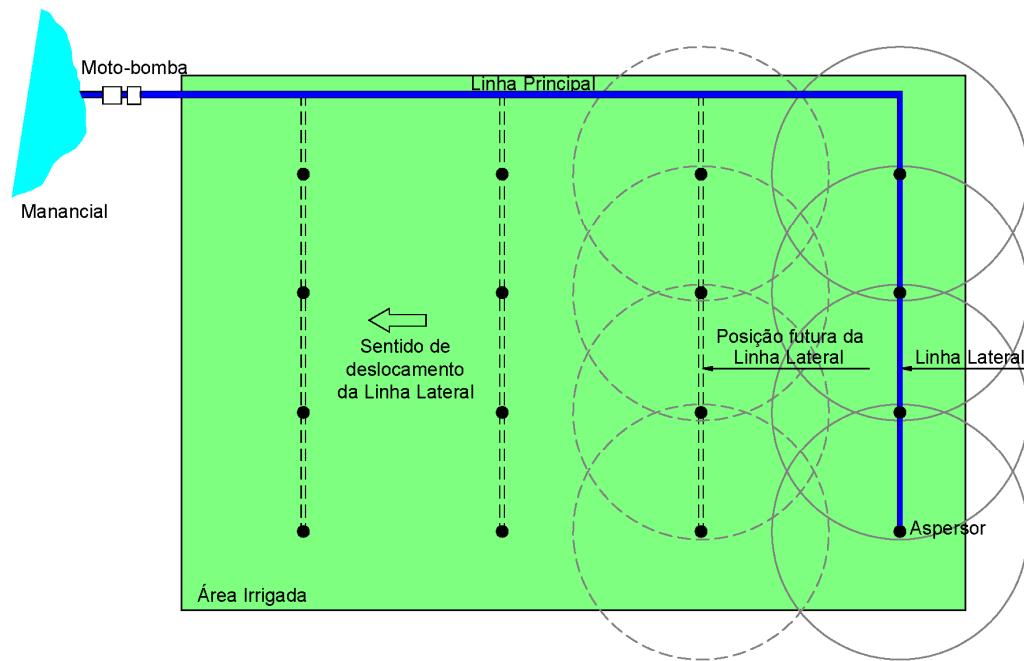


Figura 3 – Esquema de sistema de irrigação convencional do tipo semifixo.



Figura 4 – Sistema de irrigação por aspersão em operação (a), apresentando a linha principal, linhas laterais e registro de controle de entrada de linha lateral (b).

Fonte: Mello e Silva (2009)

5.3.1.1 Aspersores

O principal parâmetro para a escolha do aspersor é a intensidade da precipitação artificial, que deve ser inferior à velocidade de infiltração básica do solo, evitando alagamentos e a formação de escoamento superficial direto que exigiriam a implantação de um sistema de drenagem complementar.

Com tal informação, deve-se escolher o aspersor adequado dentre os disponíveis no mercado. Junto ao fabricante devem ser identificados os seguintes parâmetros em função dos bocais utilizados: (i) pressão de serviço (P); (ii) vazão descarregada (Q) para a pressão de serviço; (iii) diâmetro molhado (D), que define a área que pode ser efetivamente irrigada pelo aspersor para a pressão de serviço especificada.

O diâmetro molhado deve ser corrigido em função da velocidade do vento local, um das principais variáveis climatológicas que afetam a operação dos sistemas por aspersão. Segundo Gomes (1999), devem ser empregados os valores do Quadro 2 para a correção dos espaçamentos entre aspersores levando-se em conta a ação do vento. O autor ressalta, ainda, que não devem ser empregados aspersores com alto grau de pulverização em zonas dominadas por ventos fortes

dada a alta propensão das gotas da precipitação artificial serem arrastadas pelos mesmos, comprometendo a uniformidade da distribuição.

Quadro 2 – Espaçamentos máximos entre aspersores (S1) e laterais (S2) segundo a velocidade do vento e o diâmetro molhado (D)

Velocidade (m/s)	S1	S2
2,2 a 3,1	0,40.D	0,65.D
3,1 a 4,4	0,40.D	0,60.D
> 4,4	0,30.D	0,50.D

Fonte: Adaptado de Gomes (1999)

Mello e Silva (2009) indicam ainda como medidas para melhorar a uniformidade da distribuição da água na presença de ventos:

- ✓ Diminuir o espaçamento entre aspersores;
- ✓ Usar aspersores de baixa pressão;
- ✓ As linhas laterais devem se localizar perpendiculares à direção predominante dos ventos;
- ✓ Implantar barreiras quebra-ventos.

Os aspersores podem ser dispostos na área a ser irrigada de três formas distintas, conforme mostrado na Figura 5, quadrada (a), retangular (b) e triangular (c).

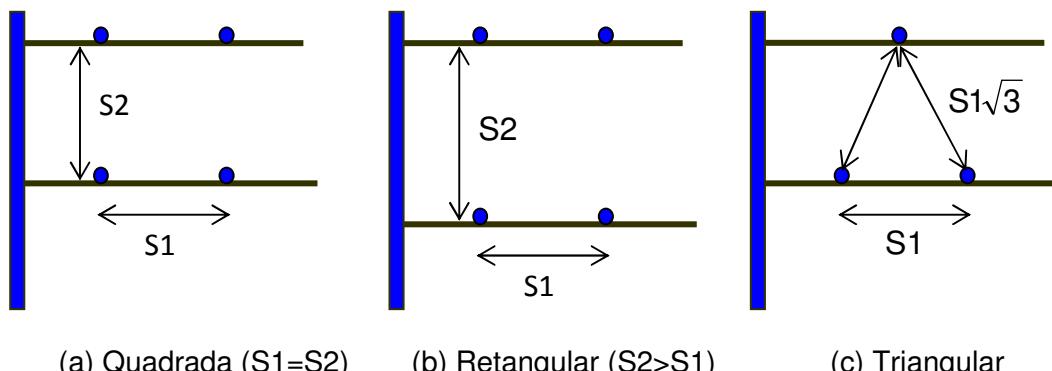


Figura 5 – Disposições usuais de aspersores.

Fonte: Adaptado de Paz (s/d)

Os espaçamentos usuais entre aspersores são definidos em função do comprimento das tubulações disponíveis no mercado, em geral fabricadas em varas de 6,0 m. Assim, segundo Gomes (1999), são empregados espaçamentos retangulares entre aspersores e linhas laterais variando entre pequenos (entre 6 m x 6 m e 6 m x 12 m), médios (entre 12 m x 12 m e 24 m x 24 m) e grandes (24 m x 30 m; 24 m x 36 m; 30 m x 30 m; 30 m x 36 m ...).

Após a definição do espaçamento entre os aspersores deve ser feito o layout geral do sistema considerando as dimensões da área a irrigar e a topografia local, além da direção predominante dos ventos. Além do traçado das linhas principal e secundárias, também deve ser especificado o número de linhas laterais com funcionamento simultâneo e o padrão a ser seguido para o seu deslocamento. A Figura 6 traz um exemplo de layout com duas linhas secundárias e com oito linhas laterais funcionando simultaneamente, quatro para cada linha secundária.

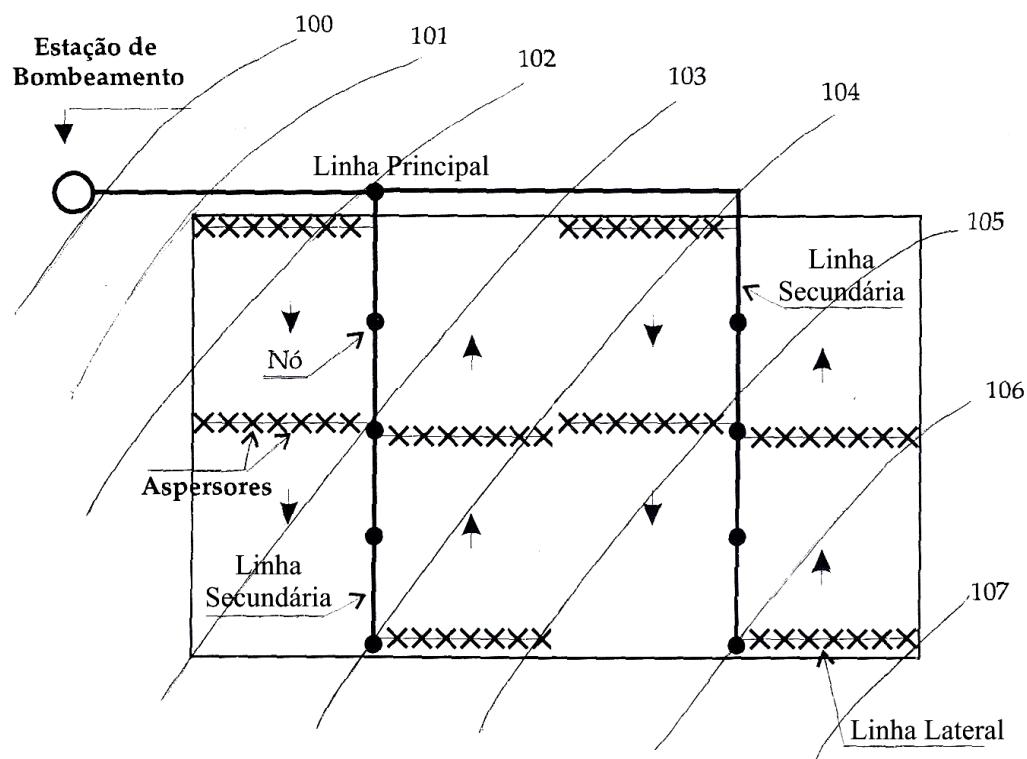


Figura 6 – Exemplo de layout de sistema de irrigação com oito linhas laterais funcionando simultaneamente.

Fonte: Adaptado de Gomes (1999)

5.3.1.2 Vazão do Aspersor

A vazão que balizará o dimensionamento das canalizações do sistema é definida em função da lâmina líquida máxima da cultura a ser irrigada e da lâmina líquida máxima de irrigação, função do tipo de solo e da cultura, bem como dos aspersores e do espaçamento adotado entre os mesmos.

A lâmina líquida máxima ($Llm_{áx}$) é dada pelo maior valor da evapotranspiração da cultura ($ETo \times kc$) subtraída da precipitação provável.

Já a lâmina máxima de irrigação (Llm) é obtida a partir da disponibilidade hídrica total no solo, razão da capacidade de campo (Cc), do ponto de murchamento (Pm), da densidade relativa do solo (ds) e da profundidade das raízes da cultura (z). Segundo Mello e Silva (2009), a capacidade de campo (Cc) representa a quantidade de água retida pelo solo em condições de campo contra a força da gravidade enquanto o ponto de murchamento (Pm) representa o teor de umidade de equilíbrio, entre a força de coesão, exercida pelas partículas do solo sobre a película de água aderente às mesmas, e a força de succção exercida pelas raízes das plantas. Em um solo no qual o Pm tenha sido atingido, ainda contém certa percentagem de umidade, a qual, entretanto, não pode ser utilizada pelas plantas, por estar fortemente retida pelo mesmo.

A disponibilidade hídrica total deve ser corrigida por um fator redutor para obter a disponibilidade hídrica efetiva, já que baixas taxas de umidade no solo provocam maior estresse nas plantas, reduzindo a sua produtividade. O fator de redução, denominado fator de disponibilidade hídrica (f), varia com o tipo de cultura e com a sua evapotranspiração máxima diária, variando entre 0,175 e 0,875. Valores de f podem ser obtidos em Mello e Silva (2009). Assim:

$$Llm = f \cdot (Cc - Pm) \cdot ds \cdot z \quad (13)$$

sendo: Llm a lâmina líquida máxima de irrigação (mm); f o fator de disponibilidade hídrica (f), Cc a umidade do solo correspondente à capacidade de campo; Pm a umidade do solo correspondente ao ponto de murchamento; ds a densidade relativa do solo (adimensional); e z a profundidade do sistema radicular (mm).

A seguir deve ser determinada a frequência máxima de irrigação ($Fm_{áx}$) pela razão entre Llm e Nlm . A Lâmina líquida de irrigação corrigida será:

$$LI = Nlm \cdot Fm_{áx} \quad (14)$$

Considerando que nem toda a água irrigada será utilizada pela cultura, deve-se obter a lâmina bruta de irrigação (L_b), dividindo-se L_I pela eficiência hídrica do sistema (E_f).

A necessidade de irrigação bruta no período de máxima demanda (N_b) é dada pela razão entre N_{lm} e a eficiência (E_f). Já o tempo de aplicação da água no solo (T_{min}) é obtido pela razão entre L_b e a velocidade de infiltração básica do solo (v_b).

A precipitação do aspersor (P_a) é obtida dividindo-se L_b por T_{min} . Finalmente, a vazão por aspersor (Q_a) vale:

$$Q_a = P_a \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot 10^{-3} \quad (15)$$

em que: Q_a é a vazão por aspersor (m^3/h); S_1 a distância entre aspersores; e S_2 a distância entre linhas (m).

Conhecida a vazão individual dos aspersores, são determinadas as demais vazões de dimensionamento identificando-se o número de aspersores alimentados.

5.3.1.3 Linhas Laterais

As linhas laterais são dimensionadas de forma que a diferença da pressão de serviço entre o primeiro e o último aspersor seja inferior a 21%, garantindo que a diferença de vazão entre os mesmos não exceda 10%, conforme demonstrado por Mello e Silva (2009). Assim, a perda de carga máxima na tubulação será de:

$$\Delta H_{máx} = 0,20 \cdot P_s + \Delta z \quad (16)$$

onde: $\Delta H_{máx}$ é a perda de carga máxima (m); P_s é a pressão de serviço dos aspersores (mca); Δz é o desnível topográfico entre o início da linha e o ponto final da tubulação (m). Convém observar que se o terreno for em acente, Δz será negativo, reduzindo o valor de $\Delta H_{máx}$.

Define-se perda de carga como a parcela da energia mecânica do fluido que é dissipada na forma de calor ao longo do escoamento, sendo expressa por unidade de peso. A perda de carga pode ser classificada em dois tipos: a perda de carga ao longo da canalização, chamada de perda de carga distribuída; e aquela provocada por perturbações locais no fluxo, como mudanças de velocidade e de direção, a perda de carga localizada.

Segundo Martinez et al. (2009), a perda de carga distribuída em condutos forçados é função do grau de aspereza, da regularidade da sua superfície interna, da velocidade do escoamento, da viscosidade do fluido e do diâmetro da tubulação.

Porto (2006) demonstra, por meio da análise dimensional, a obtenção da chamada fórmula universal da perda de carga, proposta por volta de 1845, assim chamada por poder ser aplicada a qualquer situação, seja relacionada ao tamanho e material que compõe a tubulação, regime de escoamento e natureza e características do fluido segundo:

$$\Delta H = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (17)$$

sendo: ΔH a perda de carga distribuída ao longo da canalização (m); L o comprimento da tubulação (m); v a velocidade de escoamento (m/s); g a aceleração da gravidade (m/s^2); D o diâmetro (m); f o chamado fator de atrito.

O fator de atrito pode ser determinado a partir da equação de Swamee, proposta em 1993 (Porto, 2006):

$$f = \left\{ \left(\frac{64}{Re y} \right)^8 + 9,5 \cdot \left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re y^{0,90}} \right) - \left(\frac{2500}{Re y} \right)^6 \right]^{-16} \right\}^{0,125} \quad (18)$$

em que: ϵ a rugosidade absoluta do tubo (m); D o diâmetro (m); e $Re y$ o adimensional Número de Reynolds, calculado conforme:

$$Re y = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (19)$$

onde: v é velocidade do escoamento (m/s); D o diâmetro da tubulação (m); e ν é a viscosidade cinemática do fluido (m^2/s), que varia com a sua natureza e temperatura.

Gomes (1999) aponta, ainda, a possibilidade de utilização da fórmula empírica de Hazen-Williams para a determinação da perda de carga distribuída:

$$\Delta H = \frac{10,65}{C^{1,85}} \cdot L \cdot \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \quad (20)$$

sendo: ΔH a perda de carga distribuída ao longo da canalização (m); C o coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams, que varia com a natureza e os estado das paredes da tubulação ($m^{0,367}/s$); L o comprimento da tubulação (m); Q a vazão de escoamento (m^3/s); D o diâmetro (m).

No caso das linhas laterais, como a vazão vai diminuindo ao longo da tubulação à medida que a água vai alimentando cada aspersor, podem ser empregar dois procedimentos para o cálculo da perda de carga: (i) calcular a perda de carga para cada trecho entre dois aspersores, onde a vazão é constante, acumulando-se os valores obtidos para a determinação da perda de carga total; (ii) utilizar uma vazão constante cuja perda de carga correspondente se aproxime do valor real observado.

Tendo em vista a grande quantidade de trechos entre aspersores, o uso da alternativa (i) citada é bastante trabalhosa, nem sempre tendo aplicação prática.

Considerando que o consumo de água na linha lateral possa ser aproximado por um consumo uniforme ao longo do comprimento, Porto (2006) sugere o uso da chamada vazão de distribuição em marcha, de tal forma que a vazão uniforme a ser empregada no cálculo da perda de carga é chamada de vazão fictícia, valendo, no caso das tubulações cuja vazão de jusante é igual a zero:

$$Q_f = \frac{Q_m}{\sqrt{3}} \quad (21)$$

sendo Q_f a vazão fictícia (l/s); e Q_m a vazão de montante, dada pelo produto do número de aspersores por sua vazão unitária (l/s).

Mello e Silva (2009), por outro lado, sugerem o uso do chamado fator de Christiansen, aplicado à perda de carga calculada com a vazão de entrada da linha, ou seja, a vazão de montante. Segundo os autores, os valores calculados utilizando tal fator redutor são praticamente iguais ao obtidos com a metodologia (i), a mais próxima da realidade. O Quadro 3 apresenta os valores do coeficiente de Christiansen em função do número de aspersores na linha lateral.

Em relação às perdas localizadas, Gomes (1999) recomenda considerá-las a partir de uma majoração de 10% do comprimento real da tubulação. Assim, as perdas localizadas corresponderiam a 10% da perda de carga distribuída e a cerca de 9% da perda de carga total. A única exceção fica por conta dos hidrantes a serem utilizados para controlar a alimentação das linhas laterais móveis, para os quais é recomendado considerar o valor unitário de 1,5 m.

Quadro 3 – Valores do coeficiente de Christiansen (F) em função do número de aspersores (N)

N	F	N	F	N	F	N	F	N	F
1	1,000	11	0,397	21	0,375	31	0,367	41	0,363
2	0,639	12	0,393	22	0,374	32	0,366	42	0,363
3	0,534	13	0,390	23	0,373	33	0,366	43	0,362
4	0,485	14	0,387	24	0,372	34	0,365	44	0,362
5	0,457	15	0,385	25	0,371	35	0,365	45	0,362
6	0,438	16	0,382	26	0,370	36	0,365	46	0,362
7	0,425	17	0,381	27	0,369	37	0,364	47	0,361
8	0,416	18	0,379	28	0,369	38	0,364	48	0,361
9	0,408	19	0,377	29	0,368	39	0,364	49	0,361
10	0,402	20	0,376	30	0,367	40	0,363	50	0,361

Fonte: Mello e Silva (2009)

Segundo Mello e Silva (2009), a pressão requerida no início da linha lateral deve ser maior que a pressão de serviço, sendo dada por:

$$Pin_{LL} = Ps + 0,75 \cdot \Delta H + ha + 0,5 \cdot \Delta z \quad (22)$$

onde: Pin_{LL} é a pressão requerida no início da linha lateral (mca); Ps é a pressão de serviço dos aspersores (mca); ΔH é a perda de carga total na linha lateral (m); ha é a altura dos aspersores; Δz é o desnível topográfico entre o início da linha e o ponto final da tubulação (m) (Δz negativo para terreno em acente).

5.3.1.4 Linhas Principal e Secundárias

Nos problemas hidráulicos relacionados aos condutos que transportam um líquido com pressão maior que a atmosférica, os chamados condutos forçados, existem quatro variáveis características: vazão transportada (Q); diâmetro da tubulação (D); velocidade de escoamento (v); e perda de carga unitária (J). A perda de carga unitária é a razão entre a perda de carga distribuída ao longo da canalização (ΔH) e o seu comprimento (L), ou seja, $J = \Delta H/L$.

As quatro variáveis se relacionam por meio de duas equações: a equação da continuidade, que indica que a vazão é o produto da área transversal da tubulação, função do diâmetro, e da velocidade média de escoamento; e uma equação de resistência, que relaciona a perda de carga (seja distribuída ou unitária) com a vazão/velocidade e o diâmetro, como é o caso das já citas fórmula universal da perda de carga e equação de Hazen-Williams.

Com relação ao dimensionamento das linhas principal e secundárias, o problema é indeterminado, já que a priori só se conhece uma das quatro variáveis, a vazão.

Gomes (1999) aponta três métodos possíveis para remover a indeterminação e permitir o dimensionamento da rede hidráulica:

- i) O método da velocidade máxima admissível, que consiste em definir um valor limite para a velocidade de escoamento e escolher o diâmetro que permita a maior aproximação entre a velocidade de escoamento e o limite estabelecido usando a equação da continuidade;
- ii) O método da perda de carga constante, cuja premissa básica é a de que o diâmetro de cada trecho seja escolhido de tal forma que a perda de carga unitária verificada seja aproximadamente igual em todos os tubos que compõem o ramal analisado;
- iii) O método do dimensionamento econômico, no qual o dimensionamento das tubulações é feito de forma a se ter o menor custo total, considerando os custos de implantação (especialmente aquisição e implantação das tubulações) e de operação (relacionados, em especial, ao gasto com energia elétrica para a operação dos sistemas elevatórios). Diâmetros menores conduzem a menores custos de implantação, mas a custos operacionais maiores, ao exigirem bombas com maior potência, dada a maior perda de carga. Ao contrário, tubulações de diâmetros maiores aumentam o custo de implantação mas reduzem os gastos operacionais já que propiciam menor perda de carga.

Dentre as três metodologias, o dimensionamento econômico é o mais preciso, mas também o mais trabalhoso, enquanto o método mais simples, e por isso o mais empregado (Mello e Silva, 2009), é o método da velocidade máxima admissível. Segundo Gomes (1999), a velocidade máxima normalmente utilizada é a de 2,0 m/s, permitindo a construção do Quadro 4, que facilita o dimensionamento. Assim, identificada a vazão no trecho, escolhe-se o menor diâmetro que permita o seu escoamento.

Quadro 4 – Vazões máximas considerando a velocidade

Diâmetro (mm)	máxima admissível de 2,0 m/s	
	(l/s)	(m ³ /h)
35	2,28	8,21
50	4,01	14,42
75	8,95	32,23
100	16,21	58,37
125	24,54	88,36
150	35,34	127,23
200	62,83	226,19
250	98,17	353,43
300	141,37	508,94

Para a identificação da vazão máxima em cada trecho deve ser observado o esquema de funcionamento das linhas laterais, considerando as posições mais desfavoráveis. Na Figura 7, por exemplo, duas linhas laterais portáteis podem ocupar diversas posições ao longo da linha principal, deslocando-se em sentido contrário. Na situação (a) a vazão nos trechos 1-2 e 2-3 será $Q/2$. Já na situação (b), após o deslocamento das linhas laterais, o trecho 1-2 deverá transportar a vazão Q , enquanto o trecho 2-3 não apresentará vazão. Assim, a vazão de dimensionamento de 1-2 será Q e de 2-3 será $Q/2$.

5.3.1.5 Conjunto Elevatório

O conjunto elevatório é formado por uma ou mais bombas e seus respectivos motores, elétricos ou a combustão interna (Porto, 1999), sendo responsável por fornecer ao líquido a energia mecânica necessária para o atendimento da vazão e das pressões requeridas pelo sistema de irrigação.

Segundo Paz (s/d), na irrigação por aspersão convencional as bombas centrífugas de eixo horizontal são as mais utilizadas. Ainda segundo o autor, a altura de elevação da água, desde a fonte de água até a área irrigada, constitui um dos principais fatores envolvidos no consumo de energia e, a medida que aumenta essa altura mais elevados deverão ser os níveis de eficiência dos sistemas de irrigação para resultar em um consumo energético satisfatório.

A bomba é escolhida a partir de duas informações básicas: a vazão transportada; e a altura manométrica, definida como a soma do desnível topográfico e das perdas de cargas verificadas no escoamento da vazão requerida.

A potência necessária ao funcionamento do conjunto motor-bomba é dada por:

$$Pot = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{man}}{75 \cdot \eta} \quad (23)$$

sendo: Pot a potência necessária em cavalo-vapor (CV); γ é o peso específico do líquido em kgf/m³ (para a água é comum o uso do valor correspondente a 20°C, 1000 kgf/m³); H_{man} a altura manométrica em m; η o rendimento do conjunto elevatório, dado pelo produto do rendimento da bomba pelo rendimento do motor e sempre menor do que a unidade.

O consumo de energia elétrica é calculado a partir da potência do conjunto elevatório e do número de horas de funcionamento do mesmo segundo:

$$CE = 0,736 \cdot Pot \cdot h$$

em que: CE é o consumo de energia elétrica em kwh; Pot é a potência em CV; h é o número de horas de funcionamento do sistema no período analisado.

Segundo Mello e Silva (2009), a altura manométrica é dada por:

$$H_{man} = H_{gs} + \Delta H_{hs} + H_{gr} + \Delta H_{LP} + \Delta H_{LS} + P_{inLL} \quad (24)$$

onde: H_{man} é a altura manométrica em m; H_{gs} é o desnível geométrico de succão, dado pela diferença de cota do eixo da bomba e da cota do nível mínimo do manancial, em m; ΔH_{hs} é a perda de carga verificada na tubulação de succão, em m; H_{gr} é desnível geométrico de recalque, diferença de nível entre o início da linha lateral mais desfavorável e a cota do eixo da bomba, em m; ΔH_{LP} é a perda de carga total verificada na linha principal, em m; ΔH_{LS} é a perda de carga total na linha secundária, caso exista, em m; P_{inLL} é a carga de pressão no início da linha lateral mais desfavorável, em m.

A linha lateral mais desfavorável será aquela mais distante do manancial e que apresentar o maior acrivo para ser alcançada.

6 ÁREA DE ESTUDO

De acordo com Oliveira (2005), na conformação do *território Nacional* estão inseridas diversas regionalizações, divididas em malhas de planejamento e estados Federados. Esses se subdividem também, em malhas de planejamento e municípios etc. em especial atenção, encontra-se interno a bacia hidrográfica recortes municipais, propriedades fundiárias, lugares ou espaços de vivencia. As repartições – recortes, tessituras e subconjuntos – são construídas a partir das relações mediatizadas com a exterioridade, “*no quadro da produção, da troca e do consumo das coisas*”.

Sobre as normas que buscam regulamentar as ações e gerenciamento de recursos hídricos no Brasil, a legislação das águas, lei federal nº 9.433, promulgada em 1997 propõe a regulamentação das ações planejar/ gerenciar os recursos hídricos aplicando a bacia hidrográfica como unidade territorial e de planejamento para implantação da Politicas e Sistemas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Segundo Saito (2000), ao situar o gerenciamento regionalizado indicando a bacia hidrográfica como unidade territorial da Política Nacional e Estadual de Recursos hídricos seriam consideradas as peculiaridades dos regimes hidrológicos de cada região, além do fato de unidades *político – administrativas*, como os municípios serem considerados inadequados, já que as instâncias de planejamento e decisão aplicados à Bacia Hidrográfica devem levar em conta que os usuários/cidadãos se encontram interligados pela própria conformação topográfica da bacia.

Porem, o tempo e o espaço que constitui a rotina diária do cotidiano acumulado na conformação do terreno que compõe a bacia, através da produção, divisão de trabalho e propriedade, aculturação, resistência cultural e estruturas políticas entre os grupos, classes e Estado, necessariamente não respeitam o limite do terreno indicado e nem ocorrem homogeneamente. Dai a importância de se pensar sobre as totalizações, porque é o conjunto dessas que indicarão o sentido de unidade. Pois quando se deseja desenvolver ações na promoção de políticas voltadas à participação, deve-se primordialmente ter conhecimento da diversidade política do espaço. A apreensão de que a formação sócio-espacial é heterogênea, aplicada à noção de unidade, não significa que se chegará ao consenso (OLIVEIRA, 2005).

A descentralização participativa está contemplada na Lei 9.433/97 que trata sobre um sistema de gerenciamento composto por Conselhos Nacional e Estaduais e Comitês de Bacia Hidrográfica, sendo este último um organismo colegiado que teria como área de atuação a totalidade de uma bacia hidrográfica, sub-bacia, tributário de tributário, grupos de bacia ou bacias contíguas e teria como membros, representantes de diversos segmentos que participam da gestão de recursos hídricos, no entanto, como já mencionado, a maioria das bacias brasileiras não contam com este *“parlamento das águas”*, daí a necessidade de se estudar outras ferramentas políticas, mas mantendo-se como unidade de gestão a bacia hidrográfica.

A área proposta para servir de exemplo da aplicação da metodologia proposta é a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto, uma das doze unidades hidrográficas de gestão de recursos hídricos definidas pelo Estado do Piauí. A bacia está localizada na região sul do estado, conforme apresentado na Figura 7. A bacia está no centro dos chamados cerrados piauienses, região que vem sofrendo um processo acelerado de ocupação, especialmente com o plantio de commodities, com destaque para a soja.

Segundo Bastos (1994), o rio Uruçuí Preto nasce entre as serras das Guaribas e dos Patos na cota de 600 metros no município de Gilbués. É intermitente da nascente até o lugarejo de Pedra, com percurso encaixado em uma fratura de 85 km de direção nordeste. A partir da confluência do riacho Quilombos, passa a condição de rio perene até desaguar a 13 km a montante da cidade de Uruçuí, no lugarejo Piranhas. Com cerca de 300 km de extensão, o rio apresenta curso com geometria retilínea e declividade média em torno de 4,8m/km. Não há em todo o longo curso do rio uma única cidade e tampouco povoados representativos.

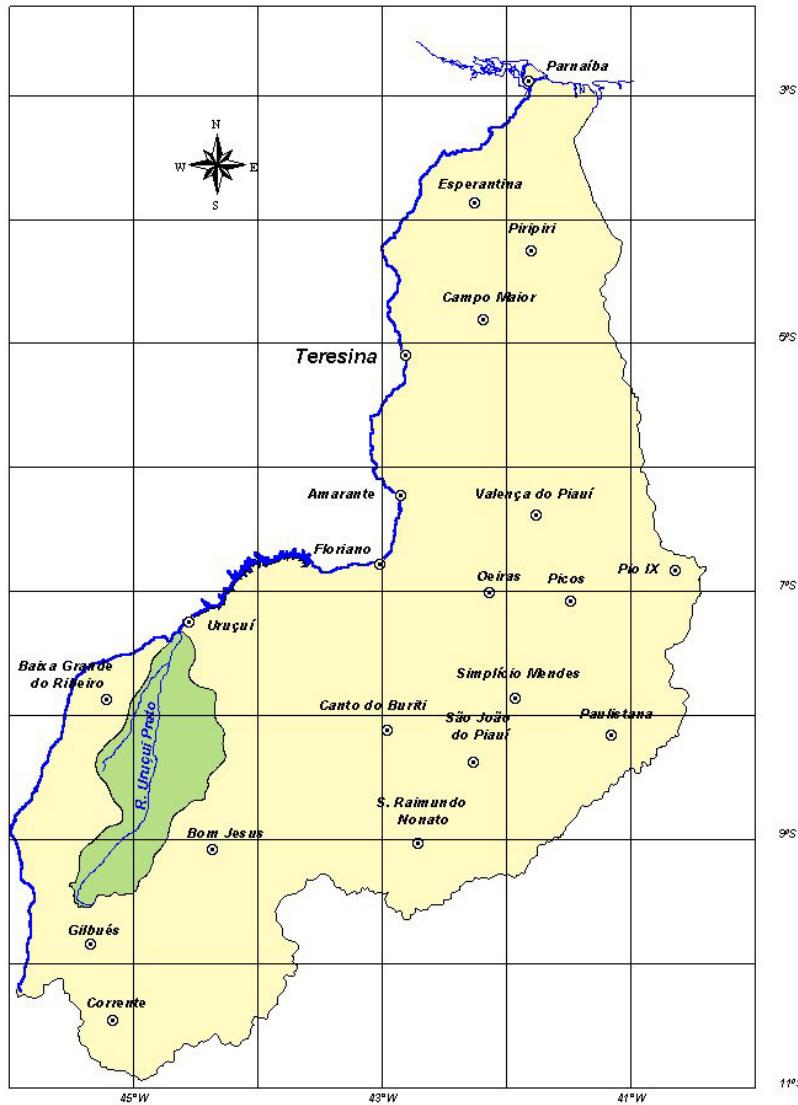


Figura 7 – Localização da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto.

(Fonte: COMDEPI, 2002)

A bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto está contida no retângulo determinado pelos meridianos $44^{\circ}10'$ e $46^{\circ}30'$ e pelos paralelos $7^{\circ}15'$ e $9^{\circ}30'$, apresentando uma superfície de cerca de 16.000 km², representando aproximadamente 6,35% da área total do estado do Piauí, que se estende por 12 municípios piauienses: Gilbués, Baixa Grande do Ribeiro, Bom Jesus, Currais, Palmeira do Piauí, Uruçuí e pequenas áreas nos municípios de Monte Alegre do Piauí, Santa Filomena, Alvorada do Gurgueia, Manoel Emídio, Sebastião Leal e Ribeiro Gonçalves.

A seguir se apresenta a caracterização física da área.

6.1 Climatologia

A fração do céu coberta por nuvens, o seu tipo, o vento, a temperatura e a umidade do ar, a visibilidade, a ocorrência ou não de precipitação ou de outros meteoros caracterizam o estado do tempo num dado local e num determinado instante.

Designa-se por clima a síntese, de tipo estatístico, dos estados de tempo característicos de um dado local num certo período de tempo. O clima é, por isso, caracterizado por valores médios, máximos, mínimos, quantis, distribuições de probabilidade, etc., das grandezas mais adequadas para efetuar essa síntese, entre as quais se destacam: precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, ventos, nebulosidade e evaporação.

Para a classificação das condições climáticas da bacia do rio Uruçuí Preto foram analisados os dados climatológicos monitorados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, bem como as informações pluviométricas obtidas a partir dos postos instalados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, a partir de 1962.

No Quadro 5 estão apresentados os postos climatológicos existentes no entorno da bacia cujas informações foram empregadas para a caracterização climática enquanto a Figura 4 apresenta a sua distribuição espacial.

Quadro 5 - Estações climatológicas selecionadas

Nome da Estação	Município	Nº Sinótico	Código Nacional	Tipo *	Lat.	Long.	Alt. (m)	Início
Alto Parnaíba	Alto Parnaíba/MA	82970	945010	PRC	09º07'	45º56'	285	Set/76
Balsas	Balsas/MA	82768	746005	PRC	07º32'	46º02'	259	Set/76
Bom Jesus	Bom Jesus/PI	82975	944005	PCT	09º04'	44º22'	332	Abr/71
Vale do Gurgueia	Alvorada do Gurgueia/PI	82870	843008	PRC	08º25'	43º43'	265	Mar/78

* P: c/ pluviômetro; R: c/ registrador-pluviógrafo; T: tanque evaporimétrico; C: climatológica;

T: telemétrica

Fonte: COMDEPI (2002)

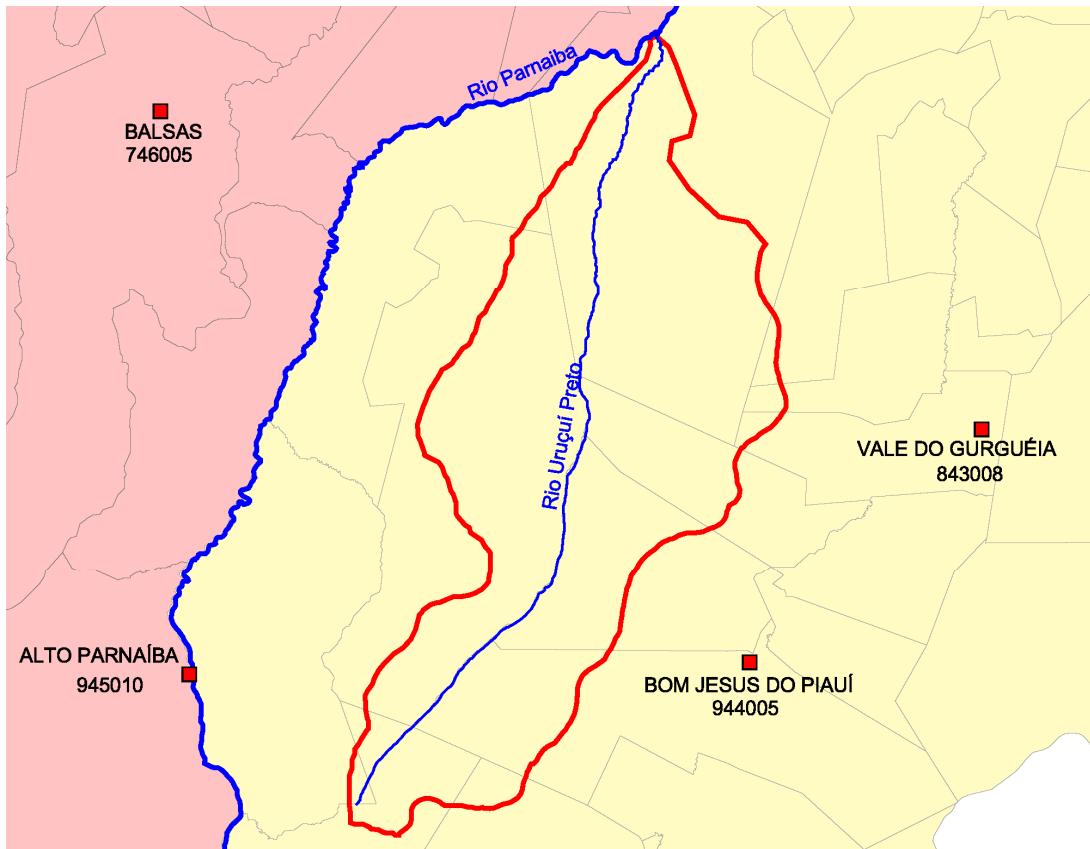


Figura 8 – Distribuição dos postos climatológicos utilizados.

A metodologia de classificação climática utilizada para definir o tipo de clima da bacia do rio Uruçuí Preto foi a proposta por Thornthwaite, baseada nos índices calculados de deficiência hídrica e do excedente hídrico, obtidos a partir do balanço hídrico climatológico.

6.1.1 Precipitação

Na bacia do rio Uruçuí Preto e no entorno existiam 18 postos instalados pela SUDENE nos anos de 1962/1963 que foram utilizados pela COMDEPI (2002) para avaliar o comportamento da precipitação na bacia, conforme listagem do Quadro 6. Infelizmente, a maioria dos postos teve sua operação encerrada no início dos anos 2000, quando a SUDENE repassou sua rede de monitoramento para os respectivos governos estaduais. No caso do Piauí, a rede ficou praticamente restrita às sedes municipais de então, em número de 148, passando a ser operada pelo atual Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí – EMATER/PI.

Como a série de precipitações médias obtidas por COMDEPI (2002) abrangia apenas o período de 1963 a 1983, optou-se por atualizar os valores utilizando as séries pluviométricas consistidas e preenchidas no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí – PERH/PI (SEMAR, 2010), que trabalhou com o período 1964 a 2000. Para a determinação da precipitação média da bacia foram empregados os polígonos de Thiessen indicados em COMDEPI (2002), apresentados na Figura 5 e no Quadro 7. Já o Quadro 8 traz a série de precipitações médias da bacia obtidas para o período de 1963 a 2000.

Quadro 6 – Postos pluviométricos utilizados

Código	Nome	Código Adicio.	Município	Respons.	Latit.	Longit.	Altí. (m)	Início	Fim
744001	Alto Bonito	3750383	Uruçuí	SUDENE	-7.683	-44.600	220	1963	-
744003	Sangue	3750158	Uruçuí	SUDENE	-7.567	-44.717	170	1962	-
744004	Serra Vermelha	3751767	Bertolina	SUDENE	-7.850	-44.167	360	1962	-
744006	Urucui	3740493	Uruçuí	SUDENE	-7.233	-44.550	124	1962	-
745003	Ribeiro Goncalves	3659056	Ribeiro Gonçalves	ANA	-7.558	-45.243	150	1962	-
844000	Barra Do Prata	3761107	Uruçuí	SUDENE	-8.050	-44.467	270	1962	-
844001	Cicero Coelho	3761219	Uruçuí	SUDENE	-8.133	-44.417	310	1962	-
844002	Conceição	3771522	Bom Jesus	SUDENE	-8.767	-44.400	390	1962	-
844005	Lagoa Grande	3770194	Cristino Castro	SUDENE	-8.550	-44.533	320	1962	-
844007	Puca	3761821	Uruçuí	SUDENE	-8.400	-44.400	390	1962	-
845002	Tranqueiras	3668568	Ribeiro Gonçalves	SUDENE	-8.267	-45.667	180	1962	1978
944000	Barra Verde	3780697	Bom Jesus	SUDENE	-9.300	-44.517	260	1962	-
944003	Paus	3790164	Monte Alegre Do Piauí	SUDENE	-9.550	-44.683	280	1962	-
945003	Brejo	3689854	Monte Alegre Do Piauí	SUDENE	-9.400	-45.233	550	1962	-
945004	Cachoeira	3688557	Santa Filomena	SUDENE	-9.250	-45.717	380	1962	1975
945005	Fazenda Bela Vista	3699424	Gilbués	SUDENE	-9.700	-45.383	520	1962	-
945006	Fazenda Melancia	3689352	Gilbués	SUDENE	-9.167	-45.250	380	1962	1972
945007	Fazenda Santa Maria	3689448	Gilbués	SUDENE	-9.217	-45.267	370	1962	1984

Fonte: COMDEPI (2002)

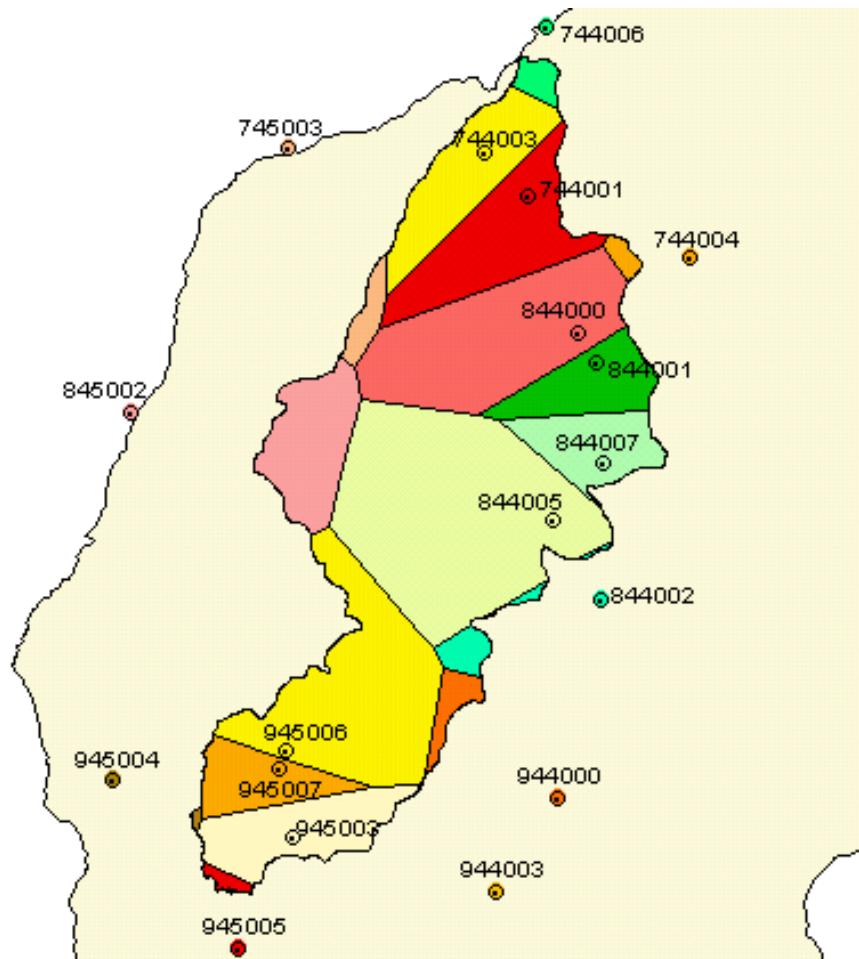


Figura 9 – Polígonos de Thiessen da bacia do rio Uruçuí Preto.

Fonte: COMDEPI (2002)

A precipitação média anual da bacia foi estimada em 1.021,3 mm. Março é o mês mais chuvoso (17,1%) e julho o mês mais seco, representando apenas, em média, 0,1% do total anual. O trimestre mais chuvoso é janeiro a março, onde precipitam, em média, 49,4% da precipitação anual. Já o trimestre junho a setembro é o mais seco, representando apenas 0,6%. O semestre novembro-abril concentra 88,5% da precipitação anual, enquanto no período de maio-outubro precipitam apenas 11,5% do valor anual médio. O hietograma de precipitação média mensal é apresentado na Figura 6.

Quadro 7 – Área de influência dos postos pluviométricos e respectivos coeficientes de Thiessen

Código	Nome	Área (km ²)	Coeficiente
744001	Alto Bonito	1.376,14	0,0872
744003	Sangue	1.103,00	0,0699
744004	Serra Vermelha	83,79	0,0053
744006	Uruçuí	140,37	0,0089
745003	Ribeiro Goncalves	196,37	0,0124
844000	Barra do Prata	2.252,21	0,1428
844001	Cicero Coelho	738,49	0,0468
844002	Conceição	206,34	0,0131
844005	Lagoa Grande	3.742,84	0,2372
844007	Puçá	728,33	0,0462
845002	Tranqueiras	983,27	0,0623
944000	Barra Verde	189,68	0,0120
944003	Paus	3,15	0,0002
945003	Brejo	995,15	0,0631
945004	Cachoeira	16,41	0,0010
945005	Fazenda Bela Vista	61,55	0,0039
945006	Fazenda Melancia	2.331,68	0,1478
945007	Fazenda Santa Maria	628,01	0,0398
Bacia		15.776,78	1,0000

Fonte: COMDEPI (2002)

Uma análise mais detalhada da distribuição de chuvas mostra um cenário muito favorável para a agricultura de sequeiro. A estação chuvosa, iniciada em outubro, desenvolve-se praticamente constante nos meses de novembro a março, com valores em torno de 150 mm, apresentando, ao final de sete meses, valores médios acima de 100 mm no mês de abril.

Quadro 8 – Série de precipitações médias da bacia do rio Uruçuí Preto (mm)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1963	124,4	230,3	91,6	110,9	21,4	0,0	0,0	0,0	0,1	30,0	117,4	288,6	1014,7
1964	339,9	221,0	118,9	121,4	42,6	20,5	0,9	0,0	1,5	127,5	108,9	80,5	1183,6
1965	178,1	128,1	212,2	126,5	26,8	1,0	0,4	0,0	1,8	93,8	96,0	101,6	966,4
1966	182,3	213,1	158,4	216,0	17,0	15,3	0,0	0,0	27,1	66,2	226,2	220,1	1341,6
1967	129,8	211,0	185,7	172,7	26,5	1,3	0,0	0,0	13,2	16,3	186,3	239,0	1181,7
1968	122,4	227,3	283,8	99,7	53,5	0,0	0,0	7,2	0,0	51,7	121,9	102,1	1069,7
1969	177,4	127,0	196,7	40,0	36,5	7,1	0,0	1,1	9,3	37,9	166,3	231,8	1031,2
1970	286,8	87,5	130,2	93,8	2,3	3,2	0,0	0,0	3,7	128,0	266,6	74,8	1076,8
1971	126,5	183,6	135,8	202,1	18,7	3,1	1,9	12,4	12,8	114,4	155,2	121,5	1087,8
1972	147,8	137,8	140,8	113,8	40,3	5,3	2,5	11,8	22,5	79,2	116,8	180,4	999,2
1973	117,0	157,2	197,3	145,6	38,2	2,2	6,9	2,1	27,9	121,5	128,5	154,7	1099,1
1974	193,7	214,7	379,5	209,0	66,2	12,0	0,0	3,2	18,5	91,0	177,7	159,7	1525,2
1975	170,1	204,4	266,1	147,1	29,3	3,9	18,7	0,1	8,5	101,6	112,7	129,0	1191,5
1976	120,5	169,0	167,6	91,8	18,7	0,1	0,0	0,0	69,1	99,3	157,8	84,7	978,6
1977	178,2	128,5	120,8	203,0	15,7	5,7	0,8	0,0	49,6	103,7	112,5	238,2	1156,6
1978	134,4	201,7	231,0	105,2	113,8	5,9	4,8	0,0	2,4	73,2	173,1	172,7	1217,9
1979	250,0	295,3	80,6	125,8	24,0	3,1	0,0	7,7	17,4	91,4	137,4	128,9	1161,7
1980	195,6	353,5	53,5	30,7	1,9	0,0	0,0	0,2	39,2	23,0	148,4	183,7	1029,6
1981	158,8	35,3	329,7	71,2	1,9	0,7	0,0	0,2	0,0	71,7	98,0	72,2	839,7
1982	215,0	85,7	90,5	121,5	2,0	0,8	0,1	0,7	54,4	48,1	62,0	84,5	765,4
1983	173,3	114,3	208,3	36,0	0,1	0,0	0,0	1,4	5,4	29,8	144,1	144,1	856,8
1984	90,3	145,2	178,9	137,9	12,8	0,0	0,2	4,6	24,8	74,4	85,8	113,4	868,3
1985	389,1	150,8	183,8	217,7	47,3	30,7	0,0	0,1	22,1	106,4	112,5	290,3	1551,0
1986	153,4	145,7	139,6	58,5	6,8	0,2	0,2	8,2	8,1	70,5	59,7	112,5	763,5
1987	106,9	94,7	180,5	100,7	15,5	0,5	0,2	3,8	23,5	44,7	116,0	101,9	789,2
1988	117,9	117,7	168,7	116,8	13,4	0,2	0,5	0,9	1,5	43,4	64,4	171,6	817,0
1989	91,8	130,2	196,9	133,5	67,3	3,8	1,5	2,7	16,1	61,0	171,3	332,4	1208,4
1990	34,1	166,8	111,5	51,6	4,4	0,5	1,0	0,0	28,1	51,4	48,1	98,0	595,5
1991	175,0	92,3	162,1	67,1	25,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	106,9	98,9	728,4
1992	312,0	161,4	41,2	81,0	4,7	0,1	0,0	0,0	37,2	36,5	173,9	132,6	980,7
1993	151,2	136,1	129,1	51,2	30,5	0,0	0,0	0,2	34,1	42,0	76,6	129,6	780,5
1994	162,2	182,3	179,1	114,2	19,6	5,1	0,0	0,0	2,8	20,9	95,2	117,2	898,5
1995	143,3	187,8	141,4	163,0	80,0	0,4	0,0	0,0	0,0	54,0	167,5	131,9	1069,3
1996	110,2	105,0	203,0	101,2	42,0	1,0	0,3	0,6	0,8	64,1	182,7	80,2	891,1
1997	243,0	50,8	365,7	142,1	16,9	1,2	0,0	0,0	7,7	109,4	75,2	154,6	1166,7
1998	152,0	67,2	105,1	22,7	42,8	4,8	0,0	0,0	3,5	31,6	188,4	134,3	752,3
1999	188,5	230,8	190,9	39,2	59,7	0,0	0,3	0,0	17,3	40,4	187,6	199,6	1154,4
2000	142,0	190,7	168,4	117,2	27,2	0,3	0,8	0,0	10,7	17,2	105,9	240,6	1020,8
Média	170,6	160,0	174,3	113,1	29,3	3,7	1,1	1,8	16,4	64,9	132,4	153,5	1021,3
%	16,7	15,7	17,1	11,1	2,9	0,4	0,1	0,2	1,6	6,4	13,0	15,0	100,0

Fonte: COMDEPI (2002) e SEMAR (2010)

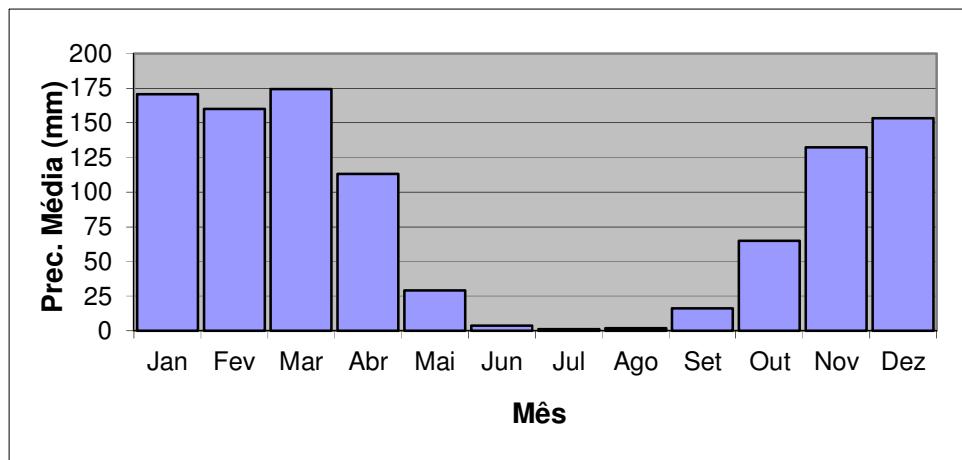


Figura 10 – Hietograma de precipitação média mensal da bacia.

6.1.2 Temperatura

O Quadro 9 apresenta as temperaturas médias mensais para a bacia do rio Uruçuí Preto, definidas a partir dos dados registrados nas estações climatológicas Alto Parnaíba (número sinótico 82970) e Balsas (82768), no Maranhão, e Bom Jesus (82975) e Vale do Gurgueia (82870), no Piauí, obtidas junto ao INMET em seu Banco de Dados Meteorológicos para Estudo e Pesquisa, disponibilizado gratuitamente na internet³.

A temperatura média anual calculada para a bacia é de 26,1°C. A sua distribuição ao longo do ano é apresentada na Figura 7.

Os maiores picos de temperaturas ocorrem de agosto a novembro, justo no trimestre que precede o início das chuvas, isto devido a pouca nebulosidade no final da estação seca e à consequente forte irradiação solar.

Quadro 9 - Temperatura média mensal na bacia do rio Uruçuí Preto (°C)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
Alto Parnaíba	25,4	25,3	25,4	25,5	25,1	24,1	23,8	24,9	26,8	26,9	26,3	25,5	25,4
Balsas	25,1	25,3	25,6	25,8	26,3	25,6	25,7	26,7	27,9	26,9	26,0	25,2	26,0
Bom Jesus	25,8	25,6	25,5	25,7	26,1	25,7	25,9	27,7	28,9	28,2	26,8	26,1	26,5
Vale do Gurgueia	26,0	26,1	25,9	26,1	26,1	25,6	25,5	26,7	28,3	27,9	27,4	26,7	26,5
Média na bacia	25,6	25,6	25,6	25,8	25,9	25,2	25,2	26,5	28,0	27,5	26,6	25,9	26,1

Fonte: INMET

³ <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>

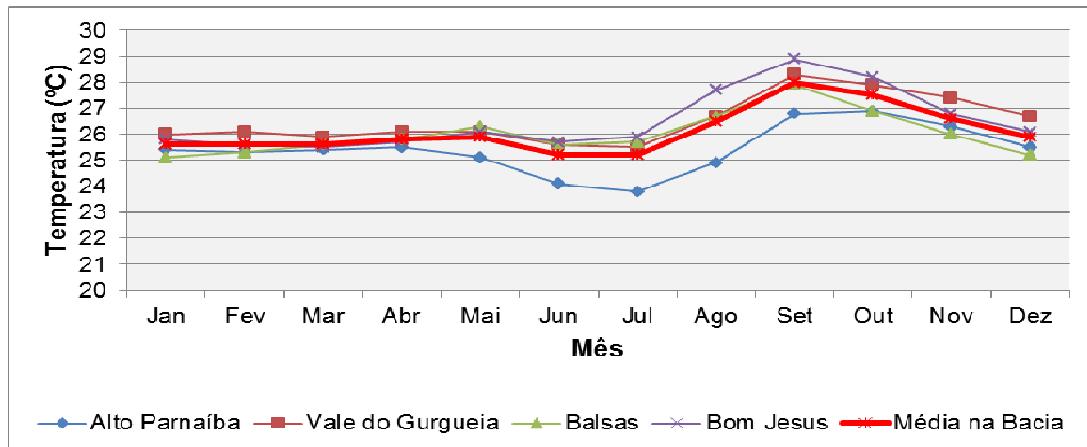


Figura 11 – Variação da temperatura média do ar.

Quanto à temperatura máxima, a média anual para a bacia é de 33,3°C, com os maiores valores ocorrendo no trimestre agosto-outubro, como pode ser observado no Quadro 10. O mês com temperaturas mais altas é setembro, variando entre 35,3° em Balsas a 37,3°C em Vale do Gurgueia.

Quadro 10 - Temperatura média máxima na bacia do rio Uruçuí Preto (°C)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Alto Parnaíba	31,6	31,7	31,8	32,2	32,8	32,8	33,4	34,8	35,9	34,8	32,9	31,9	33,0
Balsas	30,8	31,1	31,2	31,7	32,4	32,9	33,4	34,8	35,3	33,8	32,0	31,1	32,5
Bom Jesus	32,4	32,3	32,1	32,4	33,0	33,4	33,6	34,8	36,0	35,4	34,0	33,0	33,5
Vale do Gurgueia	32,1	31,8	31,9	32,6	33,6	34,0	34,7	36,1	37,3	36,6	34,8	33,0	34,0
Média na Bacia	31,7	31,7	31,7	32,2	33,0	33,3	33,8	35,1	36,2	35,1	33,4	32,2	33,3

Fonte: INMET

Já em relação à temperatura mínima, também não são observadas grandes amplitudes durante o ano. O valor médio anual representativo da bacia é de 20,7°C, sendo que as menores temperaturas são observadas no mês de julho, onde o valor médio da bacia é de 18,4°C. A variação anual é mostrada no Quadro 11.

Quadro 11 - Temperatura média mínima na bacia do rio Uruçuí Preto

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Alto Parnaíba	21,7	21,7	21,8	21,5	20,3	18,0	16,9	17,4	19,9	22,0	22,0	21,8	20,4
Balsas	21,9	22,0	22,2	22,4	21,8	20,4	19,4	20,2	22,1	22,7	22,2	22,0	21,6
Bom Jesus	20,4	20,4	20,2	20,4	20,0	19,3	19,2	19,9	21,3	21,4	20,7	20,4	20,3
Vale do Gurgueia	20,7	20,7	20,9	20,7	20,0	18,3	18,1	19,3	21,2	21,7	21,8	20,9	20,3
Média na Bacia	21,2	21,2	21,3	21,2	20,5	19,0	18,4	19,2	21,1	22,0	21,7	21,3	20,7

Fonte: INMET

6.1.3 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa média do ar da região é de 65,3%, sendo março o mês que apresenta maior índice de umidade relativa (maior valor ocorrendo no período novembro-abril) e setembro o mês mais seco (menor valor no período maio-outubro). A estação Bom Jesus é quem registra o menor valor de umidade relativa média anual (56,5%) e Alto Parnaíba, o mais alto (73,5%), como pode ser verificado no Quadro 12.

Quadro 12 – Comportamento da umidade relativa do ar na bacia do Rio Uruçuí Preto

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Alto Parnaíba	82,1	82,8	83,0	80,1	74,9	69,5	65,4	60,2	59,6	68,1	76,3	80,6	73,5
Balsas	80,8	81,0	81,1	78,0	71,3	62,0	53,3	48,0	49,5	63,6	75,1	79,2	68,6
Bom Jesus	65,7	66,7	66,7	62,7	58,8	52,5	49,4	43,4	42,3	48,8	59,8	61,9	56,5
Vale do Gurgueia	75,4	79,2	80,4	76,2	68,4	57,0	49,1	43,0	40,9	50,7	60,6	72,0	62,7
Média na Bacia	76,0	77,4	77,8	74,2	68,3	60,3	54,3	48,6	48,1	57,8	67,9	73,4	65,3

Fonte: INMET

A distribuição espacial da umidade relativa é praticamente uniforme em toda a bacia já que os valores médios mensais e anuais são bem próximos, conforme mostra a Figura 8.

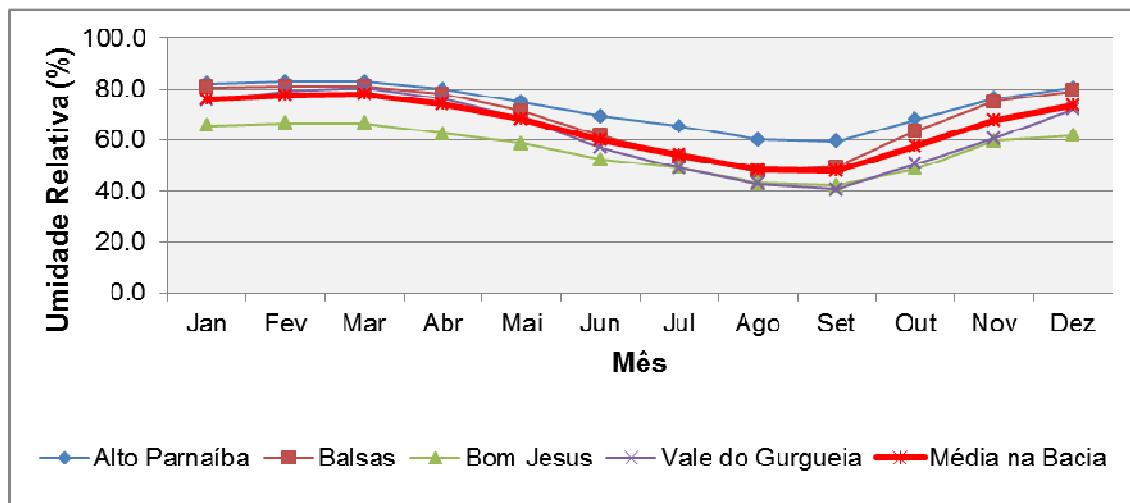


Figura 12 – Variação da umidade relativa do ar ao longo do ano.

6.1.4 Insolação

De forma geral, a insolação mensal varia de um ano para outro, mas o total anual é mais ou menos estável. Em escala anual, a insolação da bacia corresponde a 59,6% do total de duração do dia astronômico durante um ano. Agosto é o mês mais ensolarado em termos absolutos, apresentando insolação equivalente a 80,4% do total do dia astronômico durante o mês.

No Quadro 13 a seguir pode ser observado que a insolação total anual na área em estudo varia no intervalo 2.436,2 a 2.741,9 h, e a insolação média da bacia é de 2.608,9 h que corresponde a uma incidência solar média diária de 7,1h.

Quadro 13 - Insolação média mensal (h)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Alto Parnaíba	161,2	144,0	161,1	188,7	243,5	270,9	294,8	289,6	243,2	204,2	167,5	157,0	2.525,6
Balsas	146,1	131,6	150,7	184,8	236,8	266,9	290,4	295,6	253,7	193,2	149,7	136,7	2.436,2
Bom Jesus	175,0	152,7	175,5	211,3	262,2	277,3	295,9	305,6	264,5	233,8	193,8	184,1	2.731,9
Vale do Gurgueia	169,6	163,3	181,4	210,3	252,7	276,7	297,4	306,3	282,9	251,7	201,6	148,1	2.741,9
Média na Bacia	163,0	147,9	167,2	198,8	248,8	273,0	294,6	299,3	261,1	220,7	178,1	156,5	2.608,9

Fonte: INMET

6.1.5 Velocidade dos Ventos

O vento é elemento importante para definição das características climáticas de uma região, pois de sua circulação dependem a pluviosidade, temperatura, umidade etc. O regime de ventos é resultante do movimento das massas de ar, sendo sua velocidade medida normalmente a 2,0 m de altura (COMDEPI, 2002).

Segundos os dados compilados, a velocidade do vento representativa da bacia varia entre 1,09 m/s (em abril) e 1,77 m/s (em agosto), com média anual de 1,39 m/s. As maiores velocidades ocorrem no período seco, mais especificamente nos meses de julho a setembro, enquanto os valores mínimos são observados durante o período chuvoso, principalmente entre fevereiro e abril. A estação Vale do Gurgueia é a que apresenta as maiores velocidades, enquanto em Balsas são verificados os menores valores.

Quadro 14 – Velocidade dos ventos na bacia do Uruçuí Preto (m/s)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Alto Parnaíba	1,21	1,12	1,10	1,05	1,26	1,48	1,53	1,60	1,63	1,44	1,29	1,22	1,33
Balsas	0,92	0,94	0,93	0,92	1,00	1,11	1,27	1,29	1,22	1,02	0,91	0,90	1,04
Bom Jesus	1,12	1,08	1,04	0,99	1,17	1,23	1,33	1,32	1,43	1,24	1,17	1,08	1,18
Vale do Gurgueia	1,56	1,47	1,42	1,39	1,68	2,26	2,65	2,85	2,73	2,38	1,97	1,65	2,00
Média na Bacia	1,20	1,15	1,12	1,09	1,28	1,52	1,69	1,77	1,75	1,52	1,33	1,21	1,39

Fonte: INMET

6.1.6 Evapotranspiração

A estimativa da evapotranspiração potencial é necessária na confecção de balanços hídricos por estação e para a bacia. Conforme discutido no Capítulo 5, o método de Penman-Monteith é considerado o método mais adequado para a avaliação indireta da evapotranspiração potencial, independentemente do tipo de clima da região estudada.

Para a determinação da evapotranspiração foi empregado o software CROPWAT da FAO, versão 8.0, tendo como dados de entrada a latitude, longitude a altitude da estação e os valores mensais de temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade dos ventos (km/dia) e insolação (h/dia). Os valores obtidos para a ETo, tanto diária quanto mensal e anual são mostrados no Quadro 15.

Quadro 15 - Evapotranspiração de referência diária e mensal (mm)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Alto Parnaíba	4,0	4,0	3,9	3,9	4,0	4,2	4,4	5,0	5,4	4,9	4,3	4,0	4,3
	123,7	110,6	119,4	116,7	125,2	125,1	137,6	156,2	161,4	152,5	129,9	124,0	1.582,4
Balsas	3,7	3,8	3,7	3,9	4,0	4,2	4,5	5,1	5,3	4,6	4,0	3,7	4,2
	115,6	105,6	115,6	115,8	123,7	125,1	140,7	158,7	159,9	143,2	119,4	113,8	1.537,2
Bom Jesus	4,4	4,3	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,2	5,7	5,4	4,9	4,5	4,7
	136,1	120,7	129,6	126,6	133,6	129,9	142,6	160,9	171,6	167,4	145,5	140,1	1.704,6
Vale do Gurgueia	4,3	4,3	4,1	4,2	4,5	5,1	5,9	6,9	7,4	6,6	5,5	4,4	5,3
	133,6	119,3	127,7	127,2	139,2	154,2	182,6	213,3	221,7	205,2	165,6	134,9	1.924,4
Média na Bacia	4,1	4,1	4,0	4,1	4,2	4,5	4,9	5,6	6,0	5,4	4,7	4,1	4,6
	127,3	114,0	123,1	121,6	130,4	133,6	150,9	172,3	178,7	167,1	140,1	128,2	1.687,1

De forma geral, os maiores valores de ETo, se apresentam durante o período agosto-setembro, sendo o maior valor da bacia verificada no mês de setembro, 178,7 mm (ou 6,0 mm/dia). No período chuvoso ocorrem os menores valores da

evapotranspiração de referência, sendo o menor valor representativo da bacia ocorrendo em abril (121,6 mm).

Regionalmente, a estação que apresenta as maiores taxas de evapotranspiração é Vale do Gurgueia com 1.924,4 mm anuais, enquanto Balsas tem as menores taxas, tanto mensais, quanto anual (1.537,2 mm).

6.1.7 Balanço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico climatológico da região em estudo foi realizado segundo a metodologia proposta por Thornthwaite e de aceitação mundial. O método é baseado na utilização de dados de precipitação e evapotranspiração potencial e fornece, como resultados, a evapotranspiração real, o excedente hídrico anual, o déficit hídrico e a variação do armazenamento de água no solo. A interpretação destes resultados possibilita a avaliação das condições hidroclimáticas de uma região.

No presente trabalho foi adotada a capacidade de armazenamento de água no solo igual a 70 mm e foi seguida a metodologia desenvolvida por Pereira (2005), que dispensa o cálculo da parcela chamada “negativo acumulado”. Segundo o autor o volume de água armazenado no solo ao final do período chuvoso pode ser calculado por:

$$ARM = \frac{M}{1 - e^{(N/CAD)}} \quad (25)$$

onde: M é o somatório das parcelas positivas da subtração entre a precipitação média e a evapotranspiração potencial, em mm; N é a soma das parcelas negativas, em mm; e CAD é a capacidade de armazenamento do solo em mm.

A partir daí, o armazenamento em um mês posterior, onde a evapotranspiração não é totalmente satisfeita pela precipitação e há retirada da água do solo, é calculada por:

$$ARM_i = ARM_{i-1} \cdot e^{((P-ETO)_i / CAD)} \quad (26)$$

sendo: ARM_i o armazenamento da água no solo para o mês considerado (mm); ARM_{i-1} o armazenamento da água no solo para o mês anterior (mm); P a precipitação no mês (mm); ETO a evapotranspiração de referência para o mês (mm);

CAD a capacidade de armazenamento de água no solo.

Para os meses onde a precipitação é insuficiente para atender a evapotranspiração potencial, a evapotranspiração real (ETR) será dada por:

$$ETR = P + (ARM_{i-1} - ARM_i) \quad (27)$$

Caso ETR seja inferior a ETo, será verificado um déficit hídrico (DEF), dado por:

$$DEF = ETo - ETR \quad (28)$$

Quando a precipitação (P) em um mês supera ETo, o excesso de água será usado inicialmente para repor a capacidade de armazenamento do solo (CAD). Se após recompor CAD ainda for verificado excesso de água, o mesmo será convertido em escoamento superficial direto e/ou percolação profunda, formando o chamado excedente hídrico (EXC).

O Quadro 16 resume a aplicação da metodologia para os valores médios representativos da bacia, enquanto a Figura 9 reproduz o comportamento médio da água na bacia segundo o balanço realizado.

Quadro 16 – Balanço hídrico climatológico para a bacia do rio Uruçuí Preto

Mês	P (mm)	ETo (mm)	P-ETo (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETA (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	170,6	127,3	43,4	68,7	43,4	127,3	0,0	0,0
Fev	160,0	114,0	46,0	70,0	1,3	114,0	0,0	44,7
Mar	174,3	123,1	51,3	70,0	0,0	123,1	0,0	51,3
Abr	113,1	121,6	-8,4	62,1	-7,9	121,1	0,5	0,0
Mai	29,3	130,4	-101,1	14,6	-47,4	76,7	53,7	0,0
Jun	3,7	133,6	-129,9	2,3	-12,3	16,0	117,5	0,0
Jul	1,1	150,9	-149,8	0,3	-2,0	3,1	147,8	0,0
Ago	1,8	172,3	-170,5	0,0	-0,2	2,1	170,2	0,0
Set	16,4	178,7	-162,3	0,0	0,0	16,4	162,2	0,0
Out	64,9	167,1	-102,2	0,0	0,0	64,9	102,2	0,0
Nov	132,4	140,1	-7,7	0,0	0,0	132,4	7,7	0,0
Dez	153,5	128,2	25,3	25,3	25,3	128,2	0,0	0,0
Anual	1021,3	1687,1	-665,8	-	-	925,3	761,8	96,0

Obs.: P – precipitação; ETo – evapotranspiração potencial; ALT – alteração do armazenamento no solo; ETR – evapotranspiração real; DEF – deficiência hídrica; EXC – excedente hídrico.

Como pode ser observado, a bacia não apresenta déficits hídricos significativos entre novembro e abril, indicando o período ideal para o cultivo de sequeiro, especialmente de culturas de ciclo curto. Já entre junho e outubro os déficits são bastante acentuados, sempre superando o valor de 100 mm ao mês. A

produção agrícola comercial em tal período exige, obrigatoriamente, um aporte externo de água, ou seja, a implantação de um sistema de irrigação.

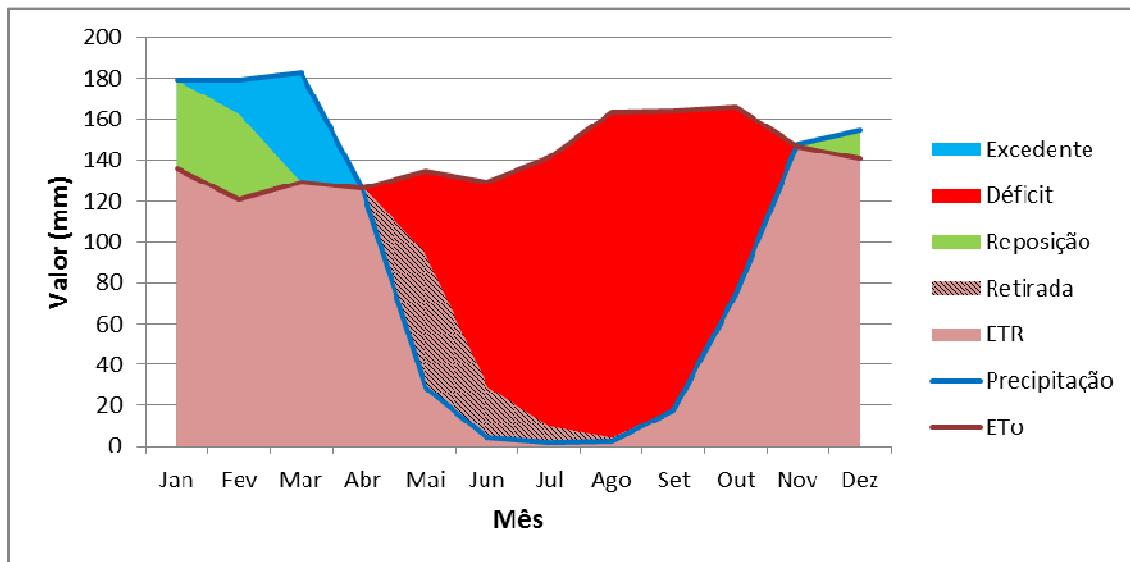


Figura 13 – Balanço hídrico climatológico da bacia do rio Uruçuí Preto.

6.1.8 Classificação Climática

Thornthwaite desenvolveu uma classificação climática de grande aceitação, executada em função do balanço hídrico da região. Os principais índices determinados são o Índice de Umidade Efetiva (Im), o Índice de Umidade (Ih) e o Índice de Aridez (Ia).

O Índice de Umidade Efetiva indica se o clima é úmido ou seco e pode ser determinado em função da relação entre os excessos e os déficits hídricos e a necessidade potencial de água, conforme a equação:

$$Im = \frac{(100 \cdot EXC) - (60 \cdot DEF)}{ETo} \quad (29)$$

onde: EXC é o excedente hídrico anual (mm); DEF é a deficiência hídrica anual (mm); ETo é a evapotranspiração potencial anual (mm).

Ou:

$$Im = Ih - 0,6 \cdot Ia \quad (30)$$

Segundo o balanço hídrico realizado, a bacia do rio Uruçuí Preto apresenta os seguintes índices:

$$Ih = 5,69$$

la = 45,15

Im = -21,40

Assim, segundo a metodologia de Thornthwaite, a área em estudo pode ser classificada climatologicamente como do tipo DdA'a', ou seja, clima semi-árido com pouco excesso de água, megatérmico e com 29,2% da evapotranspiração potencial ocorrendo no verão .

6.2 Geologia / Geomorfologia

6.2.1 Unidades Morfo-Estruturais

Segundo COMDEPI (2002), a maior massa de relevo é representada pelas superfícies estruturais da bacia Piauí-Maranhão, submetidas a processos erosivos mais amplos do tipo pedimentação. O material transportado alcança as calhas onde, eventualmente, coalesce com os aluviões. Estas superfícies formam a parte sul da bacia paleozóica do Piauí-Maranhão. Esta unidade constitui o Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão.

O planalto da Bacia Sedimentar do Piauí-Maranhão possui estrutura predominantemente arenítica. Foi talhado em camadas inclinadas do bordo SW da Bacia Sedimentar do Maranhão/Piauí, formando escarpas cuestiformes.

As escarpas do planalto se apresentam rebaixadas e pouco pronunciadas, com variados tipos de dissecação. No bordo ocorrem morros-testemunhos com diferentes dimensões e formas. Os interflúvios são bem conservados. No sopé das "cuestas" aparecem pedimentos com depósitos superficiais.

Os cursos d'água são consequentes; os vales influenciados por linhas estruturais, são amplos, pedimentados e geralmente assimétricos, com bordos festonados. Seu aprofundamento forma amplos degraus entre as cornijas e os fundos aluviais.

6.2.2 Litoestratigrafia

De uma maneira geral a área em estudo é representada pela bacia

sedimentar do Piauí-Maranhão, constituída por formações geológicas, cujas idades vão do paleozóico inferior (siluriano) ao mesozóico superior (cretáceo).

Na área em estudo é observado o afloramento de duas formações geológicas: a Formação Piauí e a Formação Pedra de Fogo, como pode ser observado no mapa geológico da bacia que é apresentado na Figura 10.

Segundo COMDEPI (2002), a Formação Piauí é composta por uma sucessão de estratos sedimentares de arenitos, siltitos e argilitos de cores cinza escuro a avermelhado, encontrados nas proximidades do povoado Nova Iorque, no estado do Maranhão, tendo sido nomeada pela primeira vez por Plummer em 1943.

A litologia predominante é de arenitos de cor cinza amarelado, de granulometria fina a media porem com leitos grosseiros chegando a leitos conglomeráticos. Intercalam-se leitos de siltitos verdes e vermelhos e folhelhos de cores cinza claros a cinza chumbo. A estratificação varia de média a grosseira mostrando, às vezes, grandes estratificações cruzadas.

Na área estudada afloram nas encostas e nas partes inferiores dos vales do rio Uruçuí Preto e dos riachos que compõem a sua bacia hidrográfica.

Já a Formação Pedra de Fogo foi assim nomeada pela primeira vez também por Plummer, mas em 1946, para designar a “formação de sílex” e camadas com fósseis de *psaronius*, encontrados no vale do Riacho Pedra de Fogo, entre Pastos Bons e Nova Iorque, no Maranhão.

A Formação Pedra de Fogo é composta pelas litologias antes descritas como Pedra de Fogo, Motuca e também Pastos Bons, uma vez que essas litologias parecem mais com variações faciológicas de uma mesma unidade, como entenderam os autores do Projeto RADAM (COMDEPI, 2002).

Na área estudada, esta formação tem ampla representatividade, ocorrendo em praticamente toda a região onde aparece formando o topo das serras que compõem os cerrados piauienses.

Representa uma sedimentação cíclica o que atesta as oscilações no nível médio do mar, quando da sua sedimentação.

Arenitos, siltitos e folhelhos se intercalam em proporções variáveis e repetitivas, alternando-se com leitos de sílex, calcário e anidrita.

A idade Permiana foi determinada pela presença de troncos de madeira silicificada (*psaronius*) e, posteriormente, confirmada por macro e microfósseis de animais.

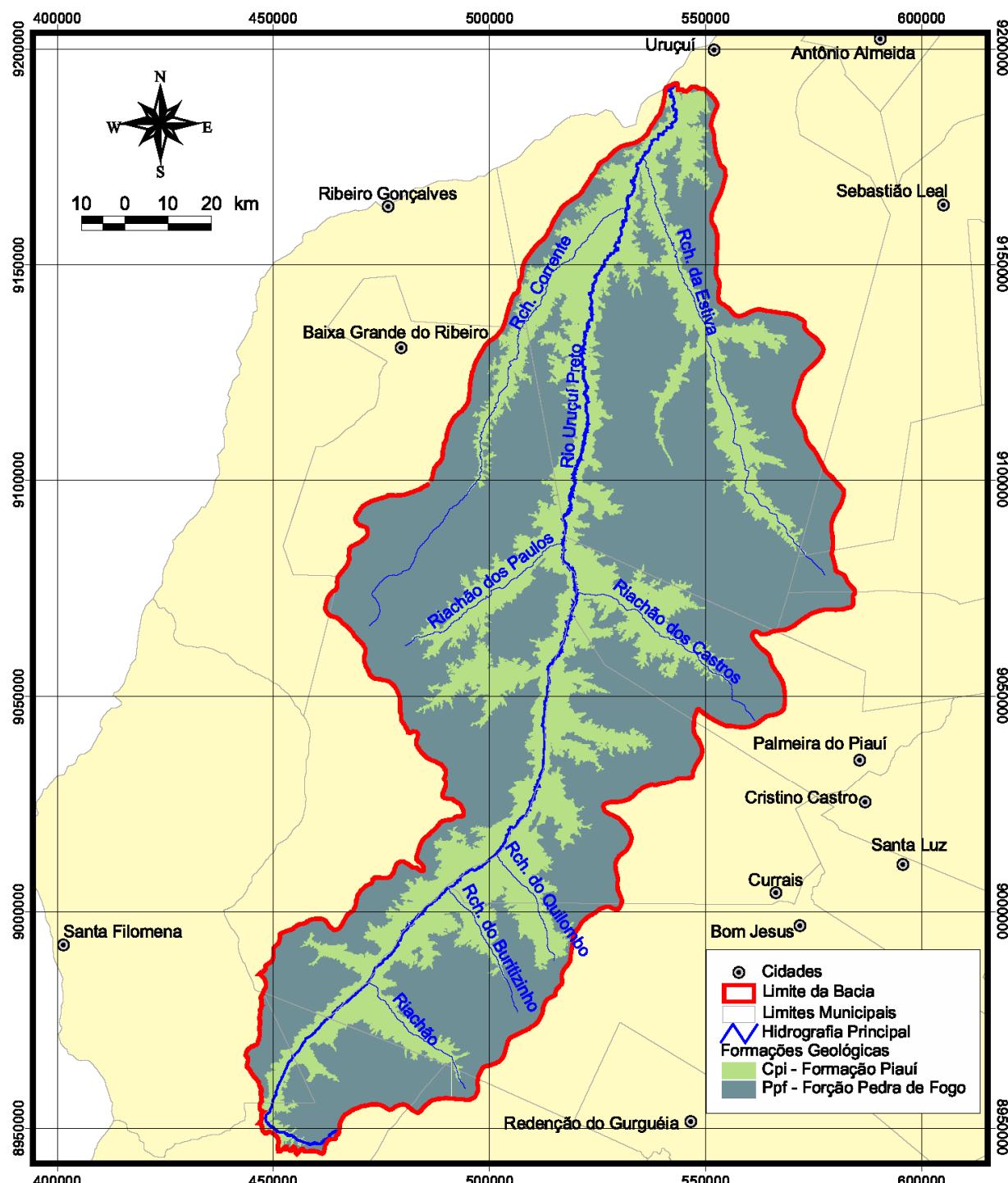


Figura 14 - Mapa geológico da bacia do rio Uruçuí Preto.

Fonte: Adaptado de COMDEPI (2002)

6.3 Pedologia

COMDEPI (2002) realizou a caracterização pedológica da bacia a partir do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí publicado pela EMBRAPA em 1986), e de trabalhos de campo, permitindo o reconhecimento semidetalhado na escala de 1:100.000.

O estudo apontou a existência de sete classes de solos, conforme mostrado na Figura 11.

As classes identificadas são as seguintes:

- ✓ LA1 - Latossolo Amarelo alto conteúdo de alumínio e baixa saturação por bases, A fraco, textura média, relevo plano. Esta é a unidade mais extensa da bacia, com 1.022.081,00 hectares, compreendendo a parte superior da chapada cortada pelo rio Uruçuí e corresponde a 64,78% dos solos estudados.
- ✓ LA2 - Associação de Latossolo Amarelo alto conteúdo de alumínio e baixa saturação por bases A fraco, textura média + Areias Quartzosas com alto conteúdo de alumínio trocável e baixa saturação por bases, ambos relevo plano e suave ondulado. Estes solos estão situados no centro do vale do rio Uruçuí e apresentam altura de até 40 metros, aproximadamente, em relação ao rio Uruçuí. A superfície desta unidade é de 184.268,10 hectares e corresponde a 11,68% do total dos solos da bacia.
- ✓ LA3 - Associação de Latossolo Amarelo alto conteúdo de alumínio, A fraco + Solos Litólicos, ambos textura média, ambos baixa saturação por bases, relevo plano e suave ondulado. Esta unidade está situada no interior do vale do rio Uruçuí e de seus principais afluentes e se apresenta na forma de uma longa faixa que se estende ao longo do rio, em ambas as margens, todavia separada do rio pelas unidades LA2 e NEQ1. Apresenta uma superfície de 133.461,30, correspondente a 8,46% do total de solos da bacia.

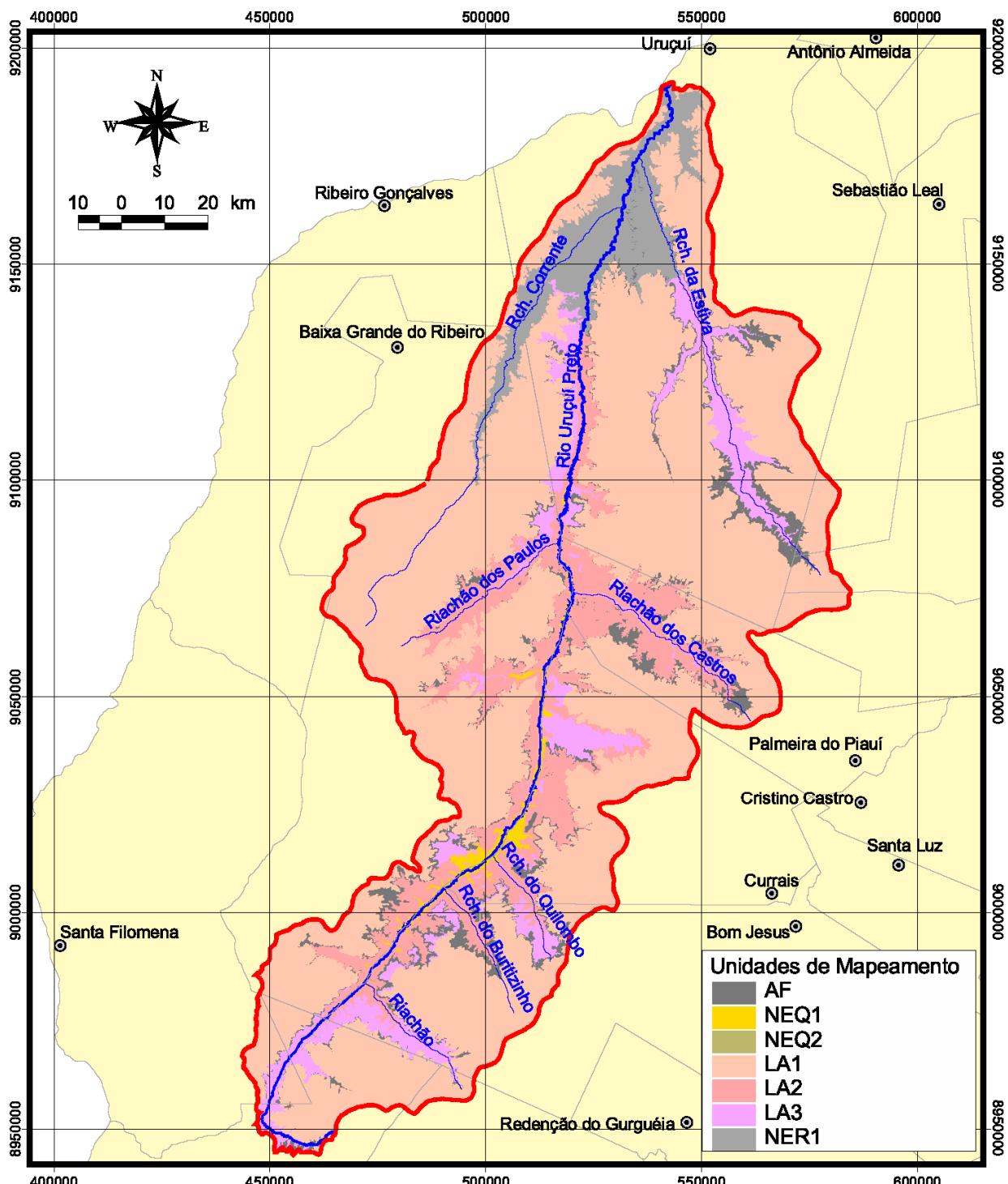


Figura 15 - Mapa pedológico da bacia do rio Uruçuí Preto.

Fonte: Adaptado de COMDEPI (2002)

- ✓ NER1 – Neossolos Litólicos baixa saturação por bases, A fraco + Afloramento de Rochas + Latossolo Amarelo alto conteúdo de alumínio e baixa saturação por bases, A fraco, textura média, todos com relevo suave ondulado e

ondulado. Esta unidade bordeja as vertentes das chapadas e as áreas onduladas do vale, ocasionalmente estendendo-se por trechos menos movimentados. Estes solos apresentam superfície mais destacada no baixo curso do rio, num trecho estimado em 50 quilômetros de extensão até a desembocadura no rio Parnaíba. No trecho mencionado observa-se quase que total predomínio desta unidade pedregosa. Apresenta uma superfície de 211.874,70 hectares, correspondendo a 13,43% da área mapeada.

- ✓ NEQ1 – Neossolo Quartzarênico baixa saturação por bases + Latossolo Amarelo alto conteúdo de alumínio, textura média, + Neossolos flúvicos, todos A fraco, relevo plano. A unidade ocupa uma faixa estreita de terreno bastante próxima do rio Uruçuí, às vezes até sendo por ele cortada, ocupando ambas as margens. Apresenta uma área de 24.490,65 hectares, correspondendo 1,55% da bacia.
- ✓ NEQH1 – Neossolo Quartzarênico Hidromórfico baixa saturação por bases, relevo plano. A unidade é mais abundantemente mapeada no trecho médio do rio Uruçuí, no centro do vale e junto ao rio, apresentando-se na forma de faixa estreita, mas longa, estendendo-se por vários quilômetros. Sua superfície de exposição foi calculada em 1.579 hectares, com representatividade pouco significativa, inferior a 1% das terras estudadas.
- ✓ AF - Afloramentos de Rochas, compreendem as superfícies de afloramentos de rochas, especialmente de arenitos, que recobrem extensas áreas das vertentes íngremes que definem o vale do rio Uruçuí Preto. Estas vertentes são geralmente muito inclinadas e nelas não se desenvolverão horizontes pedológicos. O relevo varia desde as formas onduladas às íngremes. Sua área de exposição foi adicionada à da unidade NER1, dada à impossibilidade de separá-la daquela unidade, pelo intrincado com que se apresentam, e pela escala do mapeamento.

O Quadro 17 resume a distribuição das classes de solos identificadas na bacia.

Quadro 17 - Totalização das Unidades de Mapeamento da Bacia

Unidade de Mapeamento	Área (ha)	Área em Relação ao Total (%)	Total da Classe /Sub-classe (ha)
LA1	1.022.081,00	64,78	
LA2	184.268,10	11,68	1.339.810,40
LA3	133.461,30	8,46	
NER1 + AF	211.874,70	13,43	211.874,70
NEQ1	24.490,65	1,55	
NEQH1	1.579,00	0,10	26.069,65
TOTAL	1.577.754,75	100,00	1.577.754,75

Em relação à potencialidade de uso dos solo, COMDEPI (2002) afirma:

- ✓ Latossolos - sob o aspectos físico são provavelmente os solos mais adequados para uso econômico, pois apresentam textura média, boa permeabilidade, boa aeração e drenagem ideal para a maioria das culturas. Pelas excelentes condições físicas que apresentam, suportam o trabalho mecânico sem qualquer restrição. Esse trabalho é facilitado pela textura muito favorável do horizonte A, que é trabalhado sem dificuldade; pelas favoráveis condições de relevo plano ou suave ondulado e pelas boas condições de drenagem normalmente existentes. Nos Latossolos situados no fundo do vale, a irrigação por meio de poços ou águas de superfície provavelmente representa alternativa interessante para a produção de grãos e de culturas frutíferas, para consumo regional ou voltada para a exportação, podendo-se, neste sentido, destacar produtos como a manga, o melão, a melancia e o limão, entre outros.
- ✓ Neossolos Litólicos - suas maiores potencialidades estão voltadas para a preservação da biota.
- ✓ Neossolos Quartizarênicos e Neossolos Quartizarênicos Hidromórficos - Solos de poucas potencialidades para a agricultura tradicional, mesmo com a aplicação de resultados de pesquisa e de recursos financeiros. Existem, entretanto, culturas que podem ser perfeitamente utilizadas nesse tipo de solo, como caju, amendoim, coco-da-baía e forrageiras adaptadas. Mas as deficiências climáticas representam um fator adicional para elevar os riscos dos empreendimentos sob ausência de irrigação. Um aspecto favorável desses solos está na facilidade que oferecem para trabalhos

motomecanizados ou mesmo nos trabalhos de capinas ou plantios manuais. Algumas culturas temporárias, como a do amendoim, e permanentes, como a do caju e forrageiras, podem, entretanto, ser bem conduzidas nestes solos, caso não haja deficiência hídrica. Em situação de ausência de água e não se pretendendo cultivar culturas permanentes, é melhor destinar esses solos ao pastoreio extensivo e à preservação da biota.

Ainda segundo COMDEPI (2002), os latossolos foram enquadrados na Classe 1 quanto à irrigação, ou seja: são terras altamente favoráveis para a irrigação, sendo capazes de assegurar altas produtividades para uma ampla faixa de culturas, climaticamente adaptadas, a custo exequível.

Já os neossolos são enquadrados na Classe 6, sendo solos muito erodidos, rasos, com textura muito grosseira, excessivamente pedregosos, com drenagem inadequada e sem capacidade de pagamento, não sendo, pois, *a priori*, áreas a serem irrigadas.

Como se observa na Figura 12, a bacia apresenta grande potencial para irrigação, com amplo predomínio dos latossolos, tanto nos platôs, quanto nos vales dos cursos d'água, com exceção da porção final dos vales do rio Uruçuí Preto e do riacho da Estiva e do vale do riacho Corrente, onde predominam os neossolos litólicos e os afloramentos rochosos.

6.4 Vegetação

Segundo COMDEPI (2002), a bacia do rio Uruçuí Preto é caracterizada pela predominância quase absoluta do domínio florístico da savana, popularmente conhecida como cerrado, como pode ser observado no mapa de vegetação apresentado na Figura 13.

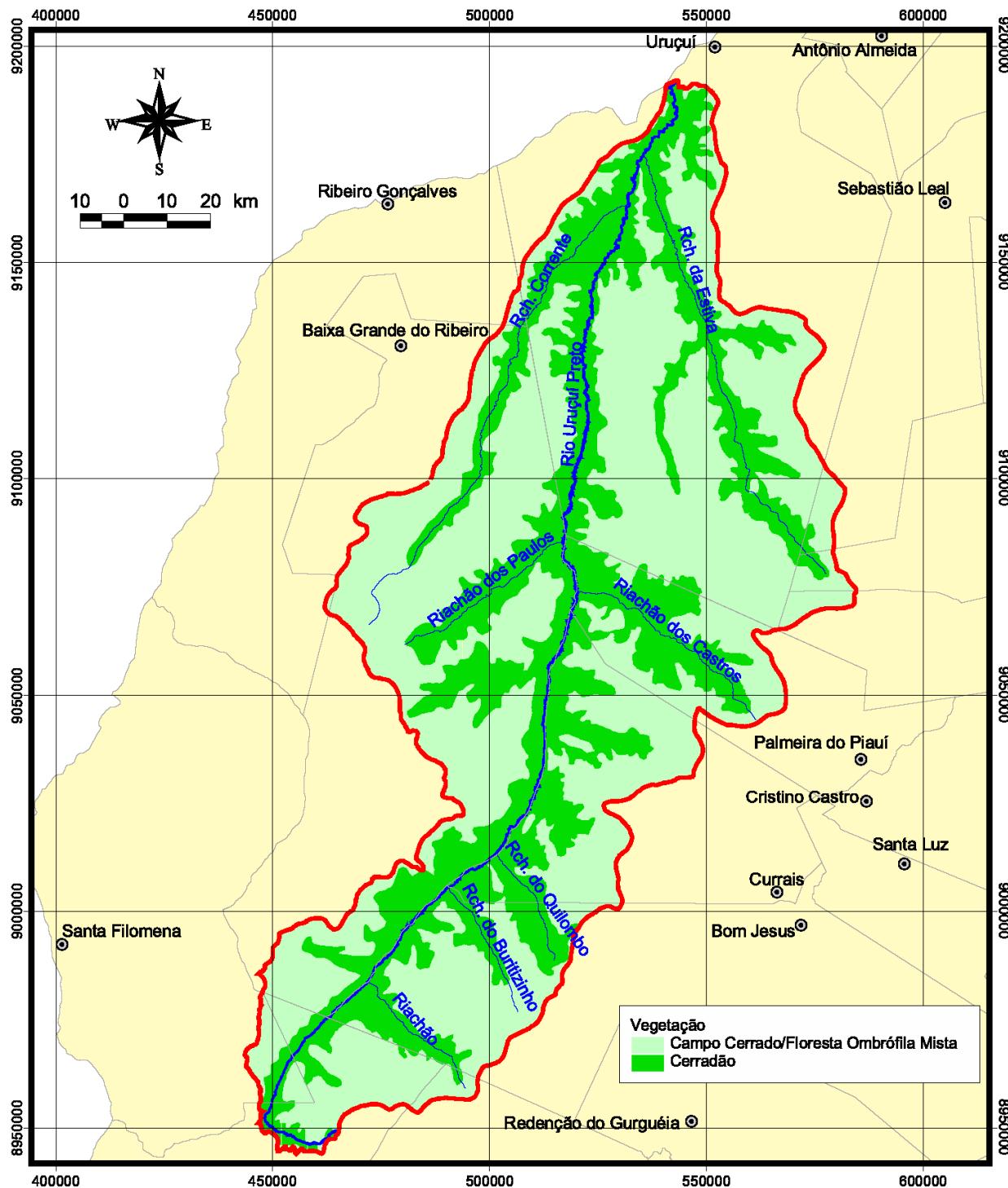


Figura 16 - Mapa de vegetação da bacia do rio Uruçuí Preto.

Fonte: Adaptado de SEMAR (2012)

O domínio florístico da savana, relacionado às condições edafoclimáticas, apresenta variações traduzidas por fisionomias Arbórica Aberta (campo cerrado) e Arbórica Densa (cerradão), estas também com pequenas diferenças entre si, refletindo mudanças locais de solo, altitude e distribuição de umidade. Em áreas de

solos rasos concrecionários ou plínticos, ocorrem geralmente as fisionomias de Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa.

Nos fundos dos vales, por constituírem áreas de maior umidade, a savana se associa aos buritizais, formando as Florestas-de-Galeria e nas áreas de solos profundos predominam a Savana Arbórea Aberta e a Savana Arbórea Densa.

No mesmo nível do rio se desenvolve uma comunidade de palmáceas dominada pela Mata Ciliar de babaçu *Orbignia martiana* e buriti *Mauritia vinifera*, ora juntos, ora separados em grupos distintos, mas sempre bastante densos. O bom desenvolvimento desses grupos vegetais decorre da maior umidade proporcionada pelas águas do rio Uruçuí Preto e seus afluentes de ambas as margens.

6.5 Recursos Hídricos

6.5.1 Recursos Hídricos Superficiais

O rio Uruçuí Preto nasce no município de Gilbués, na localidade São Félix, em uma baixada povoada de alagadiços e lagoas de inverno e que separa a serra do Riachuelo da serra do Gurgueia. Suas nascentes contravertem com as dos rios Ouro, afluente do Uruçuí Vermelho, afluente do rio Gurgueia e as do Riozinho.

De São Félix o Uruçuí Preto, já profundo e caudal, mas estreito e embrejado, correndo por densa e profunda mata, própria de brejo, mata esta que o acompanha até o rio Parnaíba.

Depois de sair do município de Gilbués, o rio Uruçuí Preto serve de divisa entre o município de Baixa Grande do Ribeiro e os de Bom Jesus, Currais e Palmeiras do Piauí, adentrando no município de Uruçuí.

Os principais afluentes do Uruçuí Preto são o Ribeirão dos Paulos, o dos Castros, o das Colheres, o Morro d'Água, o Riacho Corrente e o Riacho da Estiva, este com um curso de mais de 100 km, engrossado pelo Prata e pelo Pratinha.

Existe apenas um posto fluviométrico com dados fluviométricos disponíveis no rio Uruçuí Preto, o posto Fazenda Bandeiras (código nacional 34090000), com área de drenagem de 14.440 km² (o que corresponde a 97,9% da área da bacia), localizado no município de Uruçuí. Em agosto de 2012, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, sob determinação da Agência Nacional de Águas – ANA, implantou uma nova estação fluviométrica no rio Uruçuí Preto, denominada de Formosa do

Uruçuí Preto, código nacional 34080000, que drena uma área de drenagem de 4.568 km², o que representa 29% da área da bacia total, estando localizada no município de Baixa Grande do Ribeiro. A Figura 14 apresenta o mapa hidrográfico da bacia com a identificação da localização dos dois postos.

O posto fluviométrico Fazenda Bandeira foi implantado em novembro de 1965 como parte da rede de monitoramento hidrológica nacional, sob a responsabilidade do antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, que posteriormente foi repassada à Agência Nacional de Águas – ANA, sendo atualmente operado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Desde o início é feito não só o monitoramento do nível d'água mantido no rio, mas também de descarga líquida, para avaliação da vazão transportada. A partir de 1977 iniciaram os serviços de monitoramento da qualidade da água, em 1992 de descarga sólida (sedimentos) e, a partir agosto de 2011, a estação também passou a ser telemétrica, com os dados de monitoramento de nível e vazão disponibilizados livremente, e em tempo real, no sítio da ANA na internet.

O Quadro 18 apresenta a série de vazões médias mensais preenchidas no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí (SEMAR, 2010). Como pode ser observado, a vazão média do rio Uruçuí Preto em Fazenda Bandeira corresponde a 34,5 m³/s, com baixa variação anual. O desvio padrão das médias anuais é de apenas 3,5 m³/s, resultando em um coeficiente de variação de 10,2%.

As maiores vazões ocorrem no trimestre fevereiro-abril, enquanto os menores valores médios se concentram no trimestre agosto-outubro. A maior vazão média mensal, 82,2 m³/s, foi registrada em fevereiro de 1980, enquanto a menor, 17,6 m³/s, ocorreu em setembro de 1969.

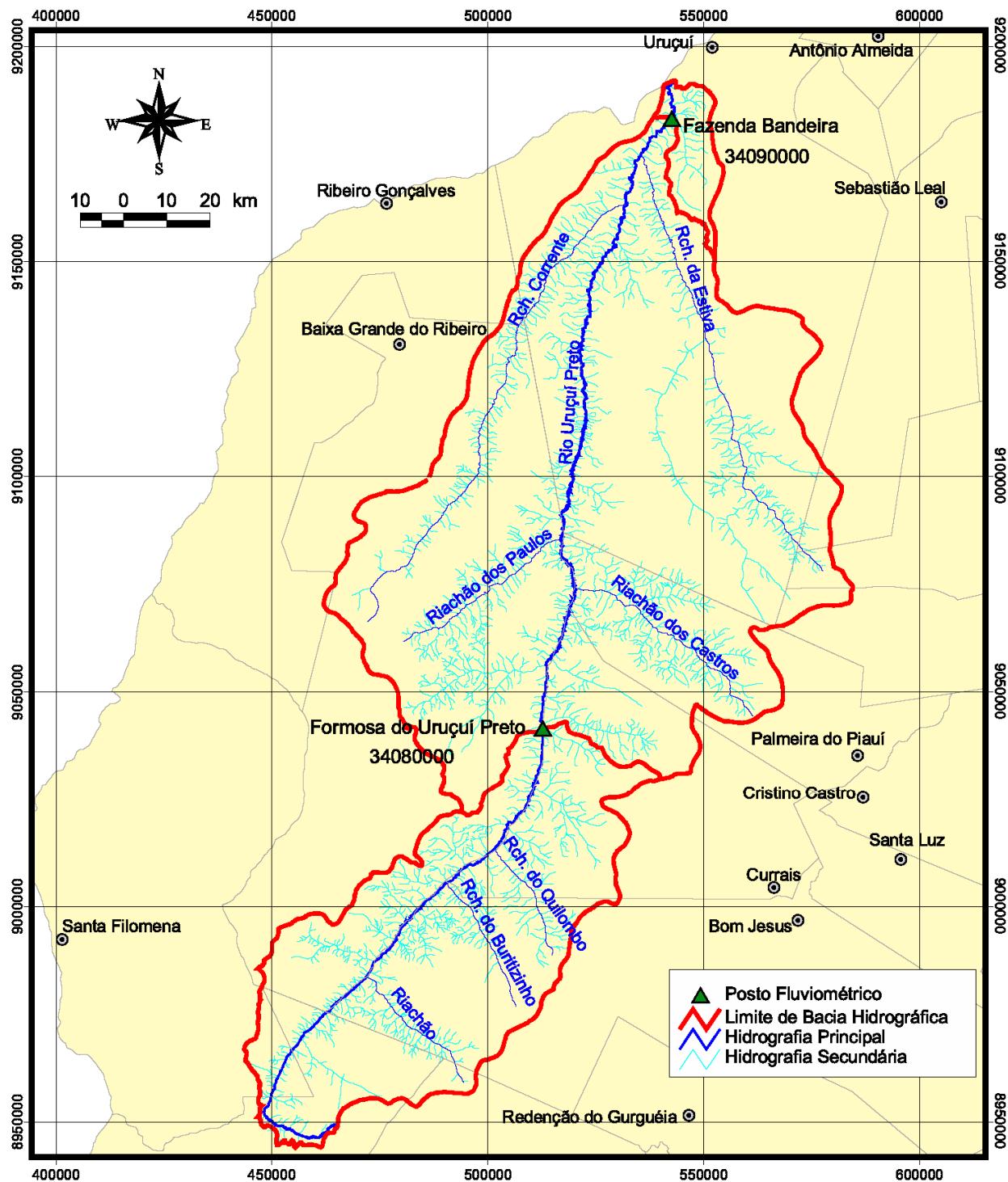


Figura 17- Mapa hidrográfico da bacia do rio Uruçuí Preto e localização dos postos fluviométricos.

A vazão específica média, dada pela razão entre a vazão média de longo termo, e a área da bacia, é de 2,23 l/s/km². O volume anual médio escoado é de 1.087,92 hm³ (1 hm³ corresponde a 1 milhão de m³ ou 1 bilhão de litros). Sendo a precipitação média da bacia da ordem de 1.009 mm (SEMAR, 2010), o volume

médio anual precipitado na bacia de contribuição ao posto é de 15.579,77 hm³. Portanto, o rendimento médio, razão entre o volume escoado e o precipitado, é de apenas 7,0%.

Quadro 18 – Vazões médias mensais do rio Uruçuí Preto em Fazenda Bandeira

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1966	53,2	31,2	47,1	46,0	31,4	29,7	23,6	21,7	21,5	27,9	36,1	45,8	34,6
1967	41,2	44,6	50,8	48,4	36,9	23,9	23,9	22,3	22,7	22,8	35,1	41,7	34,5
1968	42,0	38,8	61,1	42,3	36,5	28,8	26,9	33,1	33,4	22,8	32,6	38,6	36,4
1969	36,0	40,6	44,3	36,5	26,8	22,7	20,5	19,2	17,6	23,1	30,1	39,3	29,7
1970	38,6	39,1	36,5	32,0	28,6	21,5	18,4	18,5	18,8	28,0	40,0	42,1	30,2
1971	32,1	37,1	38,7	44,0	31,5	27,7	25,7	25,0	24,4	27,0	38,0	37,8	32,4
1972	40,3	39,6	37,9	35,3	28,2	26,5	25,0	24,2	23,8	31,7	28,1	34,0	31,2
1973	34,7	30,6	36,8	36,8	30,1	24,2	21,7	21,2	18,9	25,0	27,3	33,8	28,4
1974	35,7	44,0	51,5	53,2	44,1	32,6	27,8	25,0	24,1	25,9	35,7	41,5	36,8
1975	40,4	40,5	44,3	48,2	34,4	28,5	27,4	24,0	22,4	25,9	29,3	34,4	33,3
1976	34,1	39,5	38,0	39,9	29,1	24,6	22,7	21,3	20,8	28,3	30,7	31,0	30,0
1977	31,6	47,7	34,8	42,3	40,4	26,9	23,6	21,8	20,4	26,8	26,5	37,1	31,7
1978	46,8	47,0	60,6	41,5	38,6	33,5	27,8	25,2	22,5	25,5	31,3	38,3	36,6
1979	47,8	69,4	46,6	45,1	37,1	30,1	27,3	25,7	24,9	30,2	38,3	31,6	37,8
1980	40,5	82,2	60,2	40,2	32,5	28,2	26,2	24,4	25,0	26,1	33,6	39,8	38,2
1981	44,1	38,6	49,6	50,0	32,9	28,2	26,4	24,6	23,7	27,6	31,3	31,3	34,0
1982	38,1	34,7	40,1	39,2	29,0	25,2	23,9	22,7	22,4	24,8	26,2	25,4	29,3
1983	33,3	40,9	38,3	38,9	24,8	22,9	21,6	20,4	19,5	20,9	26,5	41,6	29,1
1984	34,2	38,2	44,4	49,6	31,7	26,2	24,3	22,6	22,9	23,8	26,1	29,4	31,1
1985	46,7	59,5	50,1	60,6	46,1	36,8	30,3	26,8	25,2	34,1	35,6	55,6	42,3
1986	57,9	47,5	48,2	43,1	40,2	32,5	30,0	26,9	26,1	30,2	31,5	31,5	37,1
1987	39,2	36,0	43,2	43,3	34,0	27,4	25,6	24,5	23,4	26,6	29,9	38,7	32,7
1988	38,8	38,0	54,1	49,6	40,3	32,4	28,4	27,6	25,8	27,4	29,2	50,6	36,9
1989	43,0	43,3	58,3	55,3	49,7	37,5	32,8	30,6	29,3	30,3	35,3	55,8	41,8
1990	66,7	42,2	48,3	45,6	35,9	31,7	30,2	28,0	27,7	30,2	30,8	35,7	37,8
1991	50,0	47,1	52,0	48,9	37,1	31,3	28,7	27,3	26,4	25,4	31,0	37,1	36,9
1992	45,1	81,0	40,9	39,9	32,5	28,7	27,1	25,8	25,6	24,8	34,5	38,7	37,1
1993	37,0	45,0	40,7	40,1	32,4	27,2	25,6	24,3	24,4	27,2	26,7	32,5	31,9
1994	37,1	41,0	49,7	44,6	33,4	29,5	26,9	24,6	23,4	23,9	28,6	40,3	33,6
1995	45,1	42,1	42,5	49,9	42,8	34,6	28,5	25,8	23,9	25,4	32,2	48,3	36,8
1996	47,8	46,2	49,1	46,8	38,8	31,1	27,3	25,4	23,3	26,4	33,4	34,9	35,9
1997	49,7	44,4	52,5	60,0	44,3	33,9	29,8	27,5	26,3	28,3	30,5	40,0	38,9
1998	39,5	42,0	42,1	33,9	32,1	26,3	24,7	23,7	23,1	24,2	32,2	44,2	32,3
1999	47,6	43,4	62,1	39,3	33,5	29,2	26,4	24,8	24,4	25,3	37,3	49,4	36,9
2000	63,0	53,5	57,1	52,6	41,7	34,2	30,6	28,0	26,7	26,5	34,6	42,6	40,9
2001	38,8	39,9	46,6	41,5	37,3	30,4	27,4	25,2	25,2	27,6	30,2	37,7	34,0
2002	71,8	42,2	37,9	38,0	30,6	28,6	25,9	24,1	25,0	23,5	27,3	30,4	33,8
2003	37,3	42,1	56,4	45,9	33,2	28,3	25,3	23,9	22,4	23,5	27,9	28,6	32,9

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2004	53,0	75,6	55,7	41,6	33,2	28,1	26,2	24,5	23,6	24,2	25,4	32,3	37,0
2005	43,3	46,1	52,9	51,5	38,9	30,6	26,7	24,4	23,1	22,4	26,1	33,8	35,0
2006	29,9	35,1	39,2	58,0	38,8	29,2	26,1	23,6	23,2	25,0	32,0	29,0	32,4
2007	32,2	42,7	42,5	32,2	28,0	24,2	22,3	20,9	19,9	19,8	22,4	39,4	28,9
Média	43,0	45,2	47,2	44,6	35,2	28,9	26,1	24,5	23,7	26,1	31,1	38,1	34,5
Máxima	71,8	82,2	62,1	60,6	49,7	37,5	32,8	33,1	33,4	34,1	40,0	55,8	42,3
Mínima	29,9	30,6	34,8	32,0	24,8	21,5	18,4	18,5	17,6	19,8	22,4	25,4	28,4

Obs.: Valores em vermelho foram preenchidos

Fonte: Adaptado de SEMAR (2012)

Ainda que a vazão média específica da bacia não seja muito elevada se comparados à outras bacias piauienses como as bacias difusas do Alto Parnaíba, com 7,4 l/s/km²; do Poti, com 3,12 l/s/km²; e do Longá, com 8,53 l/s/km², o grande diferencial da bacia do Uruçuí Preto quanto aos recursos hídricos superficiais é a alta relação entre a vazão mínima e a vazão média, que no caso de valores mensais é superior a 50%. Esta característica é decorrente da alta capacidade de regularização natural do escoamento decorrente da ação do sistema aquífero Poti-Piauí, responsável pela vazão de base do rio (COMDEPI, 202).

Tendo em vista a proximidade do posto fluviométrico Fazenda Bandeira e a foz do rio Uruçuí Preto, SEMAR (2010) extrapolou o rendimento da bacia hidrográfica controlada pelo posto para determinar a vazão média de longo termo da bacia hidrográfica do rio, chegando ao valor de 38,20 m³/s.

Em termos de aproveitamento hídrico e para a gestão de recursos hídricos normalmente se trabalha com valores menores que a média histórica, tendo em vista que em muitos períodos a vazão que ocorrerá no rio e estará efetivamente disponível para utilização serão menores do que a média histórica ou média de longo termo.

Em função disto, Vieira (1999) propõem a utilização dos seguintes conceitos:

- ✓ Potencialidade hídrica - em uma bacia pode ser considerada como a soma do escoamento superficial direto e o escoamento de base, ou seja, o escoamento superficial total, calculado em termos médios de longo período.
- ✓ Disponibilidade hídrica - corresponde à quantidade máxima de água, efetivamente disponível, de forma duradoura e permanente. Para regiões com rios perenes, a disponibilidade superficial corresponderia às vazões mínimas naturais. No caso dos rios intermitentes do semiárido nordestino, a

disponibilidade natural é nula. Entretanto, a construção de reservatórios de acumulação permitem a regularização plurianual dos deflúvios. Desta forma, as vazões regularizadas pelos açudes constituem a disponibilidade de águas superficiais.

Seguindo tais preceitos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí definiu como disponibilidade hídrica superficial da bacia do rio Uruçuí Preto a vazão mensal com permanência de 90% (Q90), ou seja, a vazão que é igualada ou superada em 90% do tempo segundo análise de frequência da série histórica de vazões (Leão, 2008). A curva de permanência para as vazões mensais está apresentada na Figura 14, sendo obtido o valor de 23,60 m³/s para a recorrência de 90%.

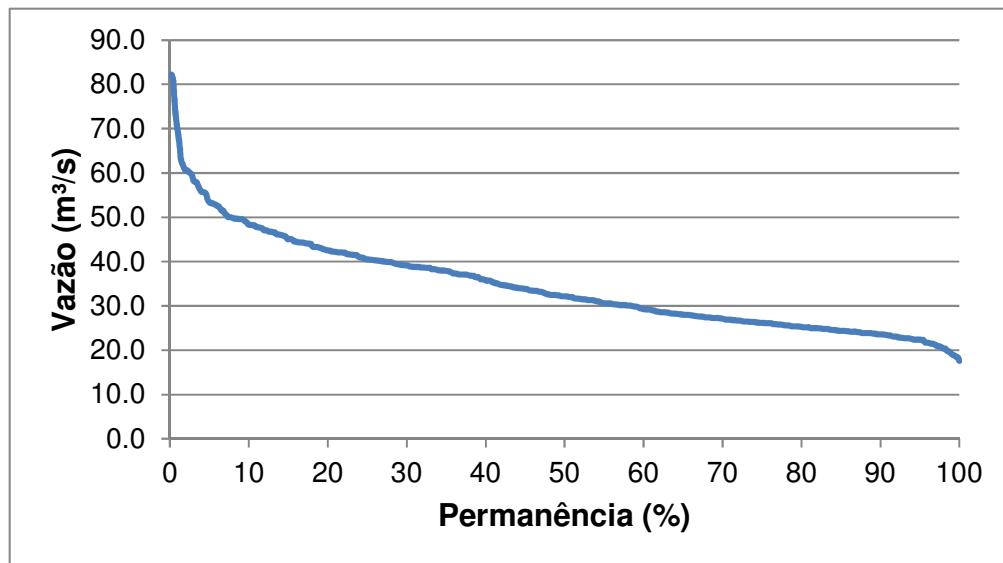


Figura 18 – Curva de permanência das vazões médias mensais do rio Uruçuí Preto observadas em Fazenda Bandeira (34090000).

Adotando-se procedimento semelhante ao empregado no PERH/PI, a vazão Q90 da bacia do rio Uruçuí Preto seria de 24,11 m³/s, um pouco inferior ao obtido por SEMAR (2010), 25,23 m³/s.

Como não foram verificados valores de regionalização da vazão Q90 nos estudos já realizados, decidiu-se por estimar a Q90 para diversos pontos do rio Uruçuí Preto e de seus principais afluentes a partir da razão entre a área de drenagem do ponto considerado e a área da bacia total do rio Uruçuí Preto

multiplicada pela Q90 estimada para a bacia total, ou seja:

$$Q90_{\text{sub-bacia}} = Q90_{\text{bacia}} \cdot \frac{\text{Área}_{\text{sub-bacia}}}{\text{Área}_{\text{bacia}}} = 24,11 \cdot \frac{\text{Área}_{\text{sub-bacia}}}{15.776,91} \quad (31)$$

onde: $Q90_{\text{sub-bacia}}$ é a estimativa da vazão com 90% de permanência no ponto analisado em m^3/s ; e $\text{Área}_{\text{sub-bacia}}$ é a área de drenagem da bacia de contribuição hidrológica ao ponto considerado em km^2 .

Para a determinação automatizada foi empregado o sistema de informações hidrográficas ArcGIS, versão 10.0. Os valores obtidos estão apresentados na Figura 15.

6.5.2 Recursos Hídricos Subterrâneos

A bacia do rio Uruçuí Preto está assentada sobre a bacia sedimentar do Parnaíba, espesso pacote de rochas sedimentares sobreposto às rochas do embasamento cristalino. Este funciona como barreira impermeável ao fluxo das águas subterrâneas, tanto em profundidade como em suas margens. Segundo COMDEPI (2002), entre os sedimentos que compõem a bacia sedimentar destaca-se a faixa dos clásticos médios a grosseiros, as vezes conglomeráticos, que constituem os aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti/Piauí, e que apresentam maiores possibilidades de armazenar e liberar grandes quantidades de água. Os sedimentos clásticos finos e pelíticos constituem as formações Pimenteiras, Longá e Pedra de Fogo, as quais se caracterizam como confinantes das formações mais arenosas subjacentes.

O escoamento das águas subterrâneas se faz no sentido do centro da Bacia, coincidindo com o mergulho das camadas. Este escoamento pode ser perturbado em alguns trechos pelas intrusões de diabásio, que constituem barreiras impermeáveis ao fluxo das águas subterrâneas.

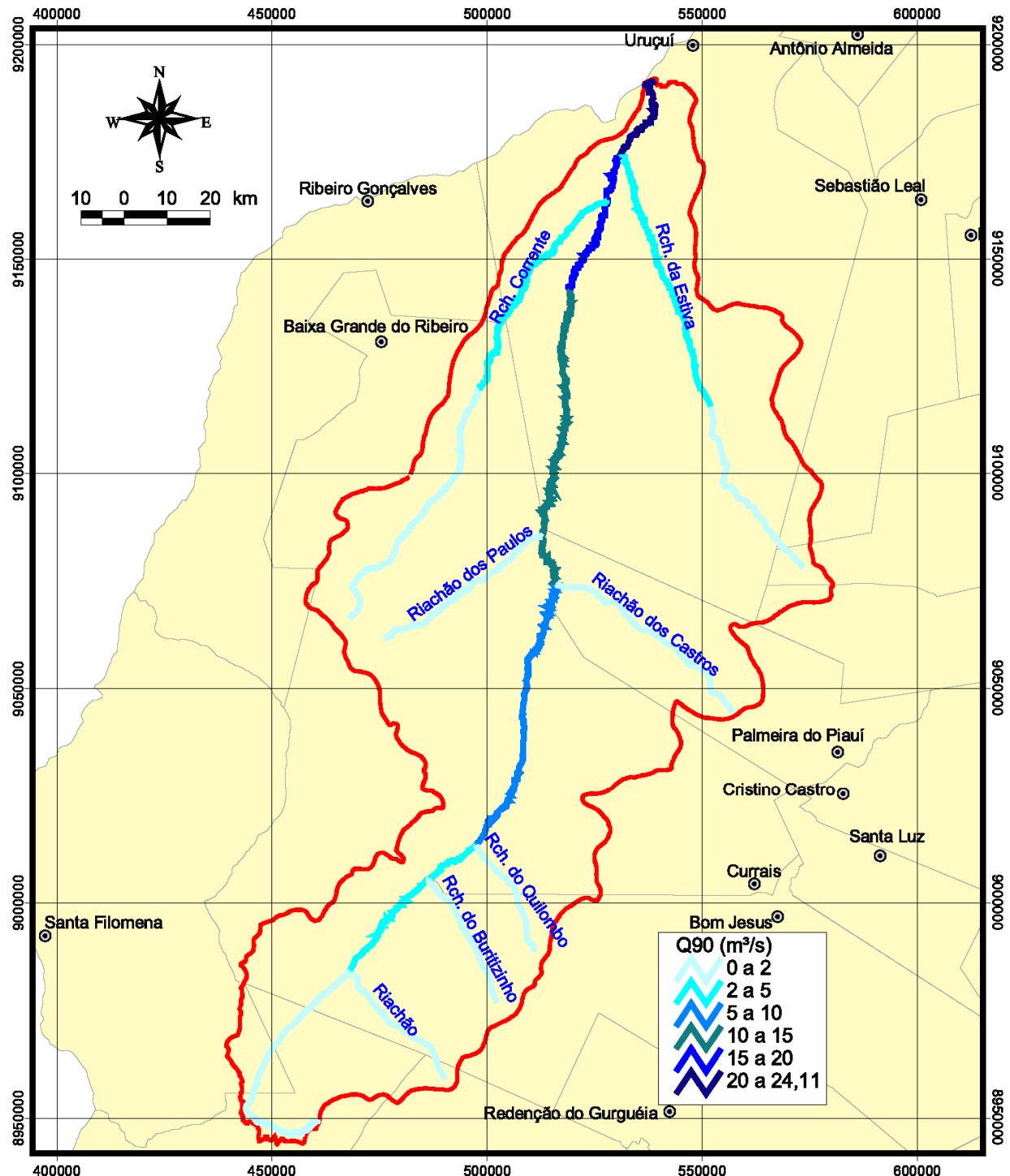


Figura 19 – Disponibilidade hídrica (vazão Q90) para os principais cursos d’água da bacia do rio Uruçuí Preto.

Segundo SEMAR (2010), na bacia do rio Uruçuí Preto ocorre apenas o sistema aquífero Poti/Piauí, assim denominado pela semelhança litológica entre as formações Poti e Piauí, justificando a sua consideração como uma única unidade hidrogeológica. A sua área de afloramento cobre grandes áreas da bacia, como

pode ser visto na Figura 10.

Segundo COMDEPI (2002), a área de afloramento do sistema Poti/Piauí possui uma largura que varia de 25 km a 42 km, apresentando espessura média estimada de 300 m. A alimentação proveniente da infiltração através das chuvas é o processo mais importante, tendo em vista que a grande área de afloramento do aquífero corresponde a extensas superfícies suavemente onduladas. Este processo é limitado pelas características litológicas do conjunto e pelos fatores climáticos. Já a infiltração a partir dos rios parece modesta e deve ocorrer nos períodos de cheia. A infiltração a partir das formações sobrejacentes parece também ser pouco importante, em face da superfície confinada ser relativamente pequena.

Segundo SEMAR (2010), tendo em vista as características litológicas do sistema aquífero, ocorrência de arenitos finos e alternância de arenitos, siltitos e folhelhos, é de se esperar que as condições de infiltração pluvial se apresentem menos favoráveis, comparativamente as dos aquíferos Cabeças e Serra Grande. Para a bacia do rio Uruçuí Preto, estima-se a taxa de infiltração em 0,5% da precipitação, valor semelhante ao verificado nas bacias do Poti e Itaueira, mas bem inferior ao valor estimado para a bacia do Médio Parnaíba, 1,9%, onde também são encontradas áreas de recarga do sistema aquífero.

Ainda segundo COMDEPI (2002), o principal exutório do sistema, na área estudada, é a evapotranspiração referente à área de afloramento, e as perdas por infiltração responsáveis pela perenização dos cursos d'água, em especial do rio Uruçuí Preto, fato corroborado por SEMAR (2010), ao afirmar que a configuração piezométrica do sistema aquífero Poti/Piauí também indica a influência drenadora da rede hidrográfica da bacia sobre o sistema.

As principais características hidrodinâmicas do aquífero Poti/Piauí estão apresentadas no Quadro 19.

Quadro 19 – Características hidrogeológicas do aquífero Poti/Piauí

Característica	Mínimo	Máximo	Médio
Permeabilidade - k	$3,3 \times 10^{-7}$ m/s	$3,1 \times 10^{-5}$ m/s	$8,4 \times 10^{-6}$ m/s
Transmissividade – T	$6,7 \times 10^{-5}$ m/s	$1,0 \times 10^{-2}$ m/s	$2,1 \times 10^{-3}$ m/s
Coeficiente de Armazenamento - S	$6,7 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-3}$	$3,1 \times 10^{-4}$

Fonte: SEMAR (2010)

Em termos de potencial de utilização da água subterrânea, o PERH/PI trabalhou com as seguintes definições (SEMAR, 2010):

- ✓ Reserva Permanente (RP) - volume hídrico acumulado no meio aquífero, em função da porosidade efetiva e do coeficiente de armazenamento, não variável em decorrência da flutuação sazonal da superfície potenciométrica;
- ✓ Reserva Reguladora ou Renovável (RR) - volume hídrico acumulado no meio aquífero, em função da porosidade efetiva ou do coeficiente de armazenamento e variável anualmente em decorrência dos aportes sazonais de água superficial, do escoamento subterrâneo e dos exutórios naturais ou artificiais;
- ✓ Potencialidade (P) - volume hídrico que pode ser utilizado anualmente, incluindo, eventualmente, uma parcela das reservas permanentes, passíveis de serem explotadas, com descarga constante, durante um determinado período de tempo;
- ✓ Disponibilidade Instalada (DI) - volume anual passível de exploração através das obras de captação existentes, com base na vazão máxima de exploração - ou vazão ótima - e num regime de bombeamento de 24 horas diárias, em todos os dias do ano;
- ✓ Disponibilidade Efetiva (DE) - volume anual atualmente explotado nas obras existentes considerando seu regime de bombeamento;
- ✓ Recursos Explotáveis (RE) - parcela máxima que pode ser aproveitada anualmente da potencialidade, correspondendo à vazão anual que pode ser extraída do aquífero ou do sistema aquífero, sem que se produza um efeito indesejável de qualquer ordem, sejam eles de natureza econômica, hidrogeológico e de conflito de uso. Para sua determinação forma adotados os seguintes critérios:
 - Aquífero intersticial em bacias sedimentares - correspondem ao volume da potencialidade descontados: a reserva ecológica; 60% das reservas reguladoras; e mais o total da disponibilidade efetiva;
 - Aquífero intersticial aluvial – correspondem a 20% da potencialidade;
 - Aquífero fissural - desde que não existam estudos específicos de ordem econômica, hidrogeológica ou de conflitos de uso, que venham limitar a utilização das águas subterrâneas armazenadas, foi considerado igual à própria potencialidade.

O Quadro 20 apresenta um resumo dos valores obtidos por SEMAR (2010), tanto para o aquífero Poti/Piauí, quanto para a bacia do rio Uruçuí Preto.

Quadro 20 – Características gerais do aquífero Poti/Piauí na bacia rio Uruçuí Preto

Unidade	RP (hm ³)	RR (hm ³ /ano)	P (hm ³ /ano)	DI (hm ³ /ano)	DE (hm ³ /ano)	RE (hm ³ /ano)
Aquífero Poti/Piauí	541.488	669,22	1.177,83	527,48	104,86	366,27
Bacia do Uruçuí Preto	-	66,22	116,55	7,26	1,52	45,1

Obs.: RP – reservas permanentes; RR – reservas reguladoras; P – potencialidade; DI – disponibilidade instalada; DE – disponibilidade efetiva; RE – recursos explotáveis.

Fonte: Adaptado de SEMAR (2010)

Com relação aos poços, SEMAR (2010) identificou 84 poços na bacia do rio Uruçuí Preto, dos quais 96% possuíam dados de profundidade, 58% apresentavam informações sobre a vazão e apenas 5% dispunham dados de vazão específica, sendo compilados os dados constantes no Quadro 21. Como pode ser observado, a profundidade média dos poços na bacia é de 164,10 m, possibilitando uma vazão média de 12,29 m³/h, ou 3,41 L/s. O nível estático médio é de 52,75 m, com um rebaixamento médio da ordem de 15,00 m. Assim, um poço produtor na bacia tem profundidade da ordem de 160,0 m, cerca da metade da espessura do sistema aquífero (300,00 m), estando a água parada no poço a cerca de 52,75 m. Quando é feito o bombeamento de uma vazão da ordem de 12,29 m³/h, há um rebaixamento do nível d'água de 15,00 m, fazendo o nível d'água descer para a profundidade de 67,75. Assim, a bomba a ser instalada deverá ser locada abaixo dessa profundidade. Logicamente para a água chegar até a superfície, ter-se-á um desnível geométrico mínimo de 67,75 m.

Quadro 20 – Características médias dos poços que explotam o aquífero Poti/Piauí existentes na bacia do rio Uruçuí Preto

Parâmetro	Profund. (m)	NE (m)	ND (m)	Rebaixam. (m)	Vazão (m ³ /h)	Vazão Específica (m ³ /h/m)
Média	164,10	52,75	28,50	15,00	12,29	1,27
Mediana	150,00	18,00	31,50	14,50	10,00	1,09
Desv. Padrão	74,64	65,74	8,96	1,41	10,32	1,07
Coef. de Variação	45,49	124,63	31,45	9,43	83,98	83,76
Máximo	400,00	230,00	35,00	17,00	60,00	2,57
Mínimo	65,00	2,00	16,00	14,00	1,00	0,33
Nº de Valores	81	55	4	4	49	4

Obs.: NE – nível estático; ND – nível dinâmico.

Fonte: Adaptado de SEMAR (2010)

De forma a se obter uma melhor avaliação da distribuição espacial dos níveis estáticos na área em estudo, buscou-se identificar os poços existentes na bacia atualmente cadastrados no Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS) do Serviço Geológico do Brasil – CPRM⁴. Em pesquisa realizada em outubro de 2014 foram identificados 108 poços tubulares na bacia, dos quais 66 apresentam dados sobre o nível estático, 8 trazem o nível dinâmico e 41 apresentam vazão de estabilização.

Os níveis estáticos foram transformados em cotas altimétricas a partir da identificação da cota da boca do poço utilizando os dados topográficos originados na missão de mapeamento do relevo terrestre SRTM realizada em 2000 e que foram refinados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, sendo disponibilizados no formato de modelo digital de elevações (MDE) com 30 m de resolução (Valeriano, Rossetti e Albuquerque, 2009). A partir das cotas altimétricas, foi interpolada a superfície piezométrica do sistema aquífero na bacia utilizando o ArcGIS. Finalmente, foram avaliados os níveis estáticos em toda a superfície da bacia a partir da subtração da superfície piezométrica do MDE. Os resultados obtidos estão mostrados na Figura 16.

Nos vales dos cursos d’água o nível estático varia entre 0 e 50 m, enquanto no topo das chapadas fica entre 100 e 350 m, sendo o valor médio de 161,6 m, conforme resumido no Quadro 21, bem superior ao encontrado por SEMAR (2010).

⁴ <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>

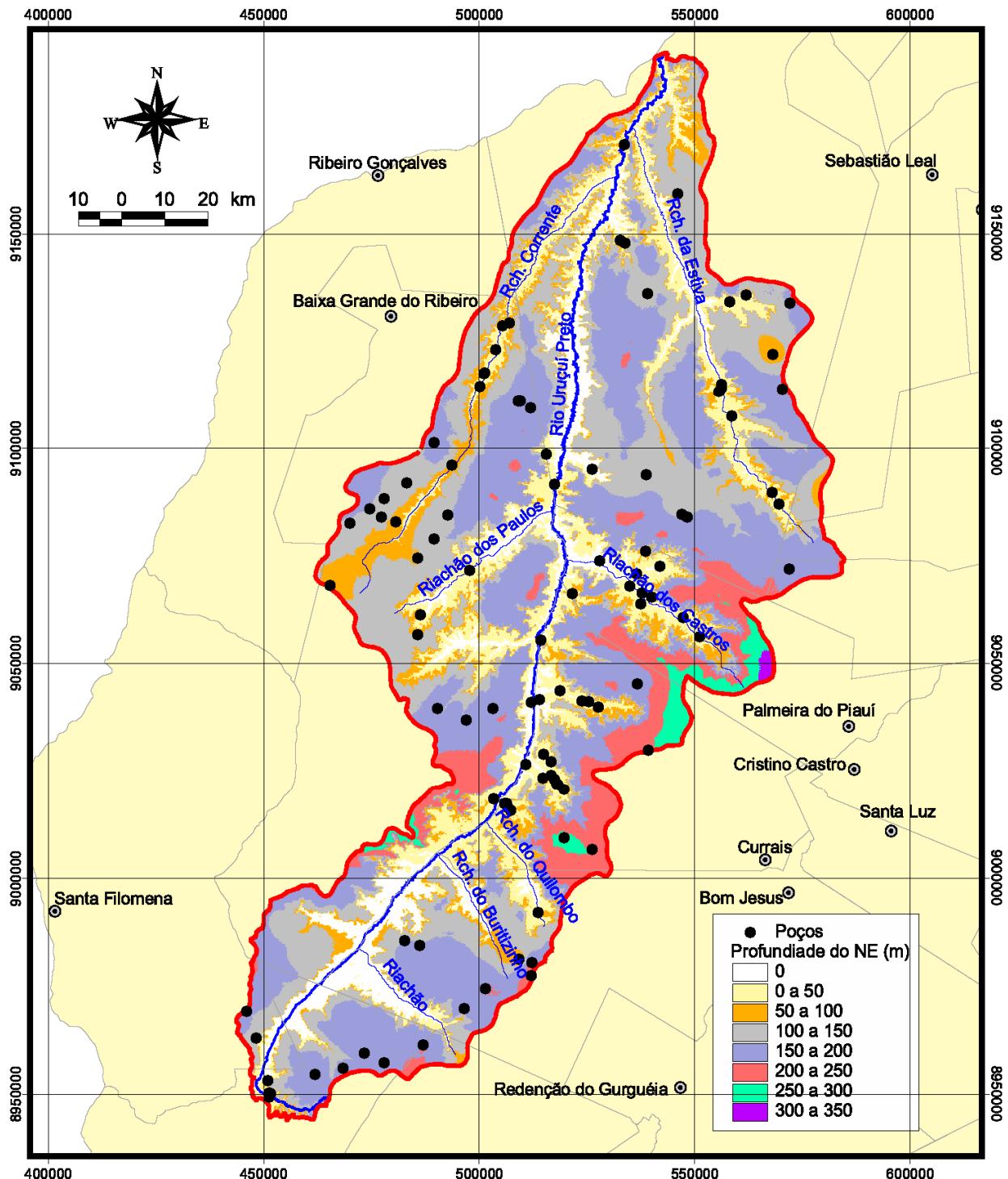


Figura 20 – Profundidade do nível estático do sistema aquífero Poti/Piauí na bacia do rio Uruçuí Preto.

Quadro 21 – Nível estático médio para poços perfurados nos platôs da bacia do rio Uruçuí Preto

Intervalo (1)	Média do Intervalo (m) (2)	Área (km ²) (3)	Ponderação (3)x(4)
100-150	125,00	4.426,06	553.257,50
150-200	175,00	4.738,26	829.195,50
200-250	225,00	1.040,08	234.018,00
250-300	275,00	251,17	69.071,75
300-350	325,00	23,78	7.728,50
Soma	-	10.479,35	1.693.271,25
Valor Médio(m)			161,58

Considerando uma vazão específica de 1,27 m³/h/m, o bombeamento de uma vazão de 12,29 m³/h provocaria um rebaixamento da ordem de 15,61 m em um poço retirando água do sistema aquífero Poti/Piauí. Portanto, o nível dinâmico médio para um poço na chapada seria de 177,19 m, com profundidade mínima do poço da ordem de 200,0 m.

6.6 Zoneamento Ecológico Econômico

Como discutido no item 4.1, o Zoneamento Ecológico Econômico dos Cerrados Piauienses foi recentemente concluído pela SEMAR/PI, abrangendo a quase totalidade da bacia do rio Uruçuí Preto, tendo sido definidas três zonas para balizamento do processo de ocupação e uso da área:

- ✓ Consolidação (CL) - área a ser utilizada para o desenvolvimento humano, pautado no potencial agrícola da região e na dinâmica econômica significativa;
- ✓ Recuperação (RP) – por apresentarem vulnerabilidade natural muito forte sendo indicadas para preservação da flora e da fauna ou, em casos específicos e com restrições, para pastagens naturais com manejo de baixo nível tecnológico, não sendo indicada para práticas agrícolas;
- ✓ Consolidação/Recuperação (CL/RP) – são áreas que poderão ser utilizadas para o desenvolvimento humano, devendo ser priorizadas, entretanto, para a recuperação das áreas degradadas. São indicadas, em maior grau, para utilização como pastagem natural, e, dada as restrições, seu uso para agricultura impõe manejo de médio a alto nível tecnológico, sendo necessário

iliar as práticas de uso agrícola com a conservação das margens dos rios, de forma a preservar a disponibilidade hídrica.

A Figura 17 apresenta as Zonas restritas à bacia do rio Uruçuí Preto, enquanto o Quadro 22 quantifica as áreas de cada uma delas, bem como das áreas de preservação permanente para proteção de encostas e mata ciliar, além da Estação Ecológica de Uruçuí-Una, unidade de preservação de proteção integral que abrange parte da bacia.

Ainda que o ZEE não tenha abrangido a totalidade da bacia, apenas uma pequena área de aproximadamente 114,71 km², ou 0,73% da superfície total, não foi classificada.

Quadro 22 – Zoneamento Ecológico Econômico da bacia do rio Uruçuí Preto

Zona	Área (km ²)	%
APP Mata Ciliar	114,23	0,73
APP Encostas	1.982,73	12,74
Estação Ecológica Uruçuí-Una	475,40	3,05
Consolidação	7.599,28	48,83
Consolidação/Recuperação	2.310,23	14,85
Recuperação	3.080,33	19,79
Total	15.562,20	100,00

Fonte: SEMAR (2014)

Com relação às zonas estabelecida, critica-se apenas o fato do ZEE ter trabalhado com o mapa de solos da região formulado pela Embrapa na escala 1:1.000.000, bem menos preciso que o elaborado no Estudo de Viabilidade Hidroagrícola do Vale do Rio Uruçuí Preto, cuja escala de apresentação foi 1:100.000. Tal fato levou a não consideração, nos vales, das unidades de mapeamento onde predominam os latossolos, especialmente a denominada classe LA2 (associação de latossolo amarelo e areias quartzosas), como discutido no item 6.5. Assim, é provável que partindo de informações pedológicas mais detalhadas, fossem indicadas menos restrições para o uso agrícola em tais regiões.

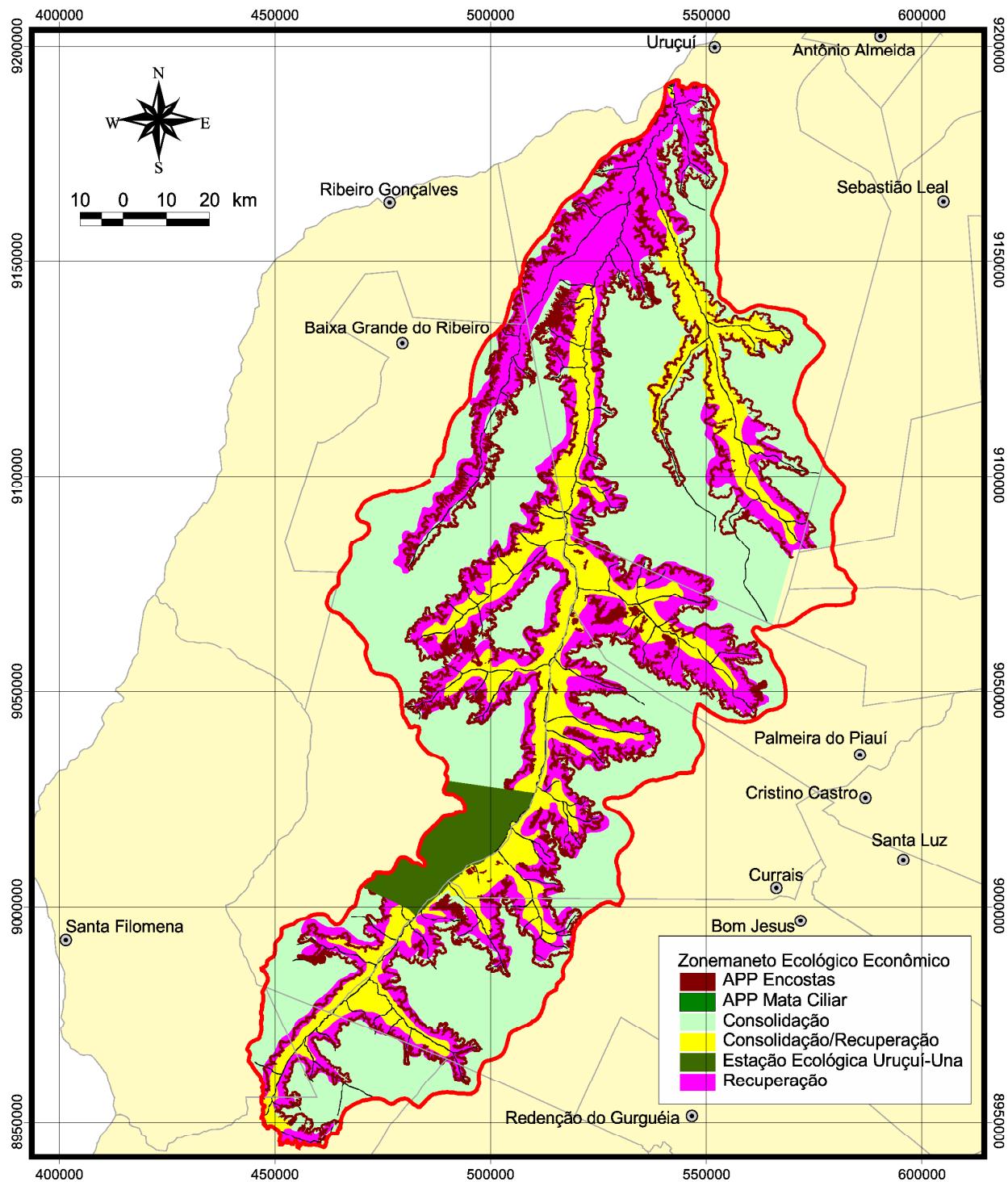


Figura 21 – Zoneamento Ecológico Econômico da bacia do rio Uruçuí Preto.

Fonte: SEMAR (2014)

7 APLICAÇÃO

A aplicação da metodologia proposta foi realizada para cada zona definida no ZEE/Cerrados, considerando as seguintes premissas:

- ✓ Nas partes altas da bacia, ou seja, nos platôs ou chapadões, a disponibilidade hídrica é restrita à precipitação e às águas subterrâneas. Portanto, os empreendimentos que se instalarem em tais regiões necessitarão, obrigatoriamente, de um ou mais poços que permitirão a oferta hídrica nos períodos de estiagem;
- ✓ Nas partes baixas, ou seja, ao longo dos vales, há uma boa oferta hídrica nos cursos d'água, especialmente aqueles de maior extensão, como visto no item 6.7.1. Empreendimentos instalados na área deverão respeitar a área de preservação permanente marginais aos cursos d'água, conforme estabelecido no Código Florestal Brasileiro. Segundo dados da ANA, a largura máxima do rio Uruçuí Preto na seção de medição é da ordem de 40,0 m. Assim, deve ser mantida uma faixa de preservação marginal com mata ciliar de 50,0 m de largura em cada margem. Para os demais cursos d'água, a faixa de preservação obrigatória corresponde a 30,0 m de largura em cada margem;
- ✓ Áreas classificadas como exclusivamente para recuperação não foram contempladas na aplicação, dada a sua grande vulnerabilidade natural e a inaptidão agrícola, inclusive para pastagens. Estando associada à ocorrência de solos litólicos e afloramentos rochosos, os usos econômicos de destaque que demandariam água em seu processo produtivo ficam restritos à geração de energia elétrica e produção industrial. A característica rural da área, sem perspectiva de criação de núcleos urbanos a curto e médio prazo que inviabiliza a atração de indústrias e a baixa viabilidade econômica para a geração de energia elétrica, como demonstrada em COMDEPI (2002), reforçam os argumentos para a desconsideração de tal zona, dada a sua baixíssima perspectiva de uso consuntivo da água.

Assim admitiu-se como fonte hídrica para os possíveis empreendimentos instalados nos vales a água superficial, enquanto aqueles que se instalarem nos platôs serão abastecidos por água subterrânea.

7.1 Definição das Culturas Irrigadas

Tendo em vista a maximização do retorno econômico dos empreendimentos irrigados, as culturas devem ser escolhidas em função não só das aptidões edafoclimáticas locais, mas também em função do valor de mercado, inclusive quanto à possibilidade de produção de culturas a partir da irrigação na entressafra, quando há uma maior valoração do produto.

Em relação às aptidões locais, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, vem editando desde 1996 portarias com a definição do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cada unidade da federação. Segundo o Ministério, tais portarias são o resultado de análises e modelagens de dados de clima e informações fenológicas (relacionadas às culturas) realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, e por consultoria especializada, definindo o calendário de plantio por tipo de solo e por cultivar, em cada município.

Para o estado do Piauí, estão disponíveis atualmente portarias para 21 culturas⁵: abacaxi, algodão, amendoim, arroz, banana, caju, cana-de-açúcar, coco, dendê, feijão caupi, gergelim, girassol, mamão, mamona, mandioca, maracujá, milheto, milho, palma forrageira, soja e sorgo. Destas, apenas abacaxi, banana, coco, mamão e maracujá possuem portarias específicas para cultivo irrigado.

Considerando os municípios com maior contribuição para a área da bacia, Baixa Grande do Ribeiro (29,34%), Bom Jesus (9,51%), Currais (10,61%), Gilbués (4,65%), Palmeira do Piauí (7,61%) e Uruçuí (34,42%), que juntos representam 96,15% da área total, tem-se que: todos os municípios apresentam aptidão para cultivo de sequeiro de algodão, amendoim, caju, cana-de-açúcar, feijão caupi, gergelim, girassol, mamona, milheto, milho, soja e sorgo; todos se apresentam aptos para cultivo irrigado de abacaxi, banana, coco, mamão e maracujá; nenhum município está apto para o cultivo de sequeiro de dendê e palma forrageira.

COMDEPI (2002), alegando partir da experiência de outros projetos públicos de irrigação no Nordeste e das características pedológicas, socioeconômicas e hídricas do vale do rio Uruçuí Preto, optou por selecionar as seguintes culturas:

- ✓ Culturas anuais (ciclo curto): foram escolhidos o feijão, o milho e a melancia. O arroz, por necessitar de uma maior quantidade de água e pela produção

⁵ <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>

crescente e com alta produtividade nas regiões de chapadas da bacia, foi considerado de baixa rentabilidade e descartado;

- ✓ Culturas de ciclo médio: foram consideradas a banana e forrageiras;
- ✓ Culturas permanentes: foram escolhidas o coco, o limão, a manga e a introdução de uma nova cultura na região, mas de grande apelo econômico, a uva.

No presente trabalho, optou-se por trabalhar com as culturas propostas no Estudo de Viabilidade Hidroagrícola (COMDEPI, 2002), com exceção das pastagens. O uso da irrigação permitiria uma segunda safra anual para as culturas de ciclo curto, milho, feijão e melancia, e viabilidade dos cultivos da banana, coco, limão, manga e a uva.

Ainda que as portarias de risco climático editadas pelo MAPA para os estados de Pernambuco e Bahia apontem como viáveis para o cultivo irrigado regiões com temperatura média anual entre 17 e 22ºC, a região em estudo apresenta semelhança climática com diversos municípios apontados como aptos, como é o caso de Petrolina/PE, onde a temperatura média anual é de 26,8º segundo dados do INMET, valor muito próximo da temperatura média anual observada nos quatro postos climatológicos trabalhados, e na média da própria bacia, conforme indicado no item 6.1.2.

Faz a seguir uma breve caracterização das culturas segundo informações do Ministério da Agricultura e Pecuária disponíveis em seu sítio na internet.

- ✓ **Banana** - natural da Zona Tropical úmida, a bananeira (*Musa spp*) é cultivada entre as latitudes 30ºN e 30ºS, normalmente em altitudes não superiores a 1500 m. Exige temperaturas médias elevadas, alta umidade relativa do ar e solo úmido, apresentando bom desenvolvimento vegetativo na faixa de temperaturas médias mensais compreendidas entre 18ºC e 35ºC. O vento é prejudicial à cultura da bananeira por fragmentar o limbo foliar, reduzindo a taxa fotossintética. No estado do Piauí, a área plantada em 2012 era de 1.957 ha segundo a Produção Agrícola Municipal – PAM do IBGE;
- ✓ **Coco** - o coqueiro (*cocos nucifera L.*) é uma planta essencialmente tropical, com condição climática favorável para o seu cultivo entre as latitudes de 20ºN e 20ºS. No Brasil, a área cultivada com coco é de, aproximadamente 285.000 ha, sendo que no Estado do Piauí a área com a cultura é de 1.020 há

segunda a PAM/IBGE. A cultura do coco, para seu bom desenvolvimento, necessita de condições climáticas adequadas, tanto em termos hídricos como térmicos. A necessidade hídrica do coqueiro depende de vários fatores edafoclimáticos, bem como da idade da planta e da área foliar. O regime pluvial ideal para o cultivo do coco é caracterizado por uma precipitação anual de 1.500 mm, com totais mensais superiores a 130 mm. Precipitações mensais abaixo de 50 mm, por um período consecutivo de 3 meses, é prejudicial à planta. Quanto à temperatura média do ar, esta deve estar em torno de 27º C, com oscilações de amplitudes térmicas diárias entre 5º C e 7º C. O coqueiro pode ser cultivado em diferentes tipos de solos, sendo que o sistema radicular da planta encontra melhores condições de desenvolvimento em solos de textura mais arenosa;

- ✓ **Feijão** – Segundo o IBGE, a área plantada no Piauí em 2012 foi de 218.214 ha, sendo a quarta cultura mais cultivada naquele ano. O feijão caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp*), conhecido também como feijão-de-corda ou feijão macassar, constitui-se em fonte de proteínas e alimento básico para grande parte da população da Região do Nordeste brasileiro, sendo cultivado predominantemente na região semiárida do nordeste e em pequenas áreas da Amazônia. As temperaturas ótimas para o bom desenvolvimento da cultura estão na faixa de 18ºC a 34ºC. Temperaturas elevadas prejudicam o crescimento e o desenvolvimento da cultura, exercendo influência sobre o abortamento de flores, o vingamento e a retenção final de vagens, afetando, também, o número de sementes por vagem. O caupi exige um mínimo de 300 mm de precipitação ao longo do ciclo. As limitações hídricas estão mais relacionadas à distribuição pluvial do que à quantidade total de chuvas ocorridas durante o ciclo. Déficit hídrico, próximo e anterior ao florescimento, pode ocasionar severa retração do crescimento vegetativo, limitando a produção;
- ✓ **Limão** - as espécies do gênero *citrus*, cultivadas em diferentes regiões do mundo e adaptadas a distintas condições climáticas, contemplam diferentes grupos de plantas tais como: laranja doce e azeda, tangerina, limão, lima acida, toranja e pomelo. As plantas cítricas apresentam ciclo de desenvolvimento entre seis a dezesseis meses, dependendo da espécie, da variedade e da variação sazonal das condições térmicas e hídricas do local

onde a cultura está instalada. As condições hídricas e de temperatura são os principais fatores climáticos que influenciam na produção das diferentes espécies desse gênero. Os citros, de um modo geral, apresentam demandas hídricas anuais entre 600 mm e 1300 mm, dependendo da distribuição espacial e temporal da radiação solar, da temperatura do ar, do vento, da umidade do ar, das combinações copa-porta-enxerto, das características hídricas do solo, da sanidade, porte, idade e de fatores ligados ao manejo da cultura. Deficiências hídricas durante o florescimento são extremamente prejudiciais à cultura, provocando a queda de flores e, consequentemente, redução de produção. Os citros adaptam-se, de um modo geral, a uma larga faixa de temperatura. A temperatura tem efeito no crescimento e desenvolvimento da planta e na qualidade dos frutos, principalmente, na coloração externa e interna, tamanho e sabor. Temperaturas baixas do solo afetam a absorção de nutrientes e de água pelas raízes. A variedade limão taiti (*Citrus aurantifolia* variedade taiti) é proposta pela CODEVASF para plantio na bacia do Parnaíba. Á área plantada em 2012 no estado do Piauí foi de 29 há, segundo a Pesquisa Agrícola Mensal do IBGE;

- ✓ **Manga** - a mangueira (*Mangifera indica L.*), originária da Ásia (Índia), é considerada uma das mais importantes fruteiras tropicais cultivadas no mundo, e no Brasil, de modo geral, em todas as regiões. A produtividade da cultura é influenciada pelas condições climáticas do local de plantio, especialmente pela radiação solar, pela temperatura e umidade do ar e pela precipitação pluviométrica. A radiação solar interfere no ciclo vegetativo da planta e no período de desenvolvimento do fruto, tendo grande importância no crescimento, floração e frutificação. A temperatura do ar afeta o processo de frutificação e pegamento dos frutos. A faixa de temperatura ideal para o cultivo da mangueira situa-se entre 24°C a 30°C. Temperaturas superiores a 48°C limitam a produção, e temperaturas próximas a 0°C, mesmo que por poucas horas, provocam danos à cultura. A umidade do ar, durante o ciclo da cultura, tem influência na produção. Em regiões semi-áridas a demanda evaporativa da planta é aumentada em decorrência da alta incidência de radiação solar e baixa umidade do ar, concorrendo para uma maior demanda hídrica. Já em regiões úmidas a demanda evaporativa é inferior às verificadas nas regiões semi-áridas, o que contribui para uma menor demanda hídrica.

Alta umidade relativa do ar, associada a temperatura elevada, contribui para uma maior incidência de doenças fúngicas. A mangueira, graças à profundidade de seu sistema radicular é bastante resistente à seca. A cultura requer boa disponibilidade hídrica no solo no período compreendido entre o inicio da frutificação à maturação. A ocorrência de um período seco precedendo o florescimento favorece a produção. Em 2012, a área plantada com manga no Piauí foi de 1.023 ha segundo a PAM/IBGE;

- ✓ **Milho** - O milho (*Zea mays*), é um conhecido cereal extensivamente utilizado como alimento humano ou ração animal, devido às suas qualidades nutricionais. O milho pode apresentar variações anuais e regionais, no rendimento de grãos, causadas principalmente, por deficiências hídricas durante o desenvolvimento da cultura. Tais deficiências podem ser intensas em alguns anos, particularmente nas regiões mais quentes, no final da primavera e início do verão. A ocorrência de geadas tardias é outro fator que, embora em menor grau, também pode influir negativamente na variação do rendimento. No Piauí, a área plantada em 2012 foi de 354.837 ha, perdendo apenas para a soja;
- ✓ **Uva** - na região Nordeste do Brasil, o cultivo da videira vem se expandindo de forma expressiva nos últimos anos, principalmente, visando à produção de uvas de mesa e de viníferas, estando concentrada principalmente no vale do sub-médio São Francisco, situada nas áreas semiáridas. Esta região apresenta condições topográficas e climáticas bastante favoráveis, que permitem, sob o regime de irrigação suplementar, a produção de uvas de elevada qualidade, o que vem contribuindo como incentivo para ampliação da área plantada. No estado do Piauí, a CODEVASF implantou dois projetos pilotos, um em São João do Piauí e outro em Santa Rosa do Piauí, ambos na região semiárida, com resultados promissores. A área cultivada em 2012 era de 10 ha segundo o IBGE.

7.2 Demanda Hídrica para Irrigação

Para a determinação da demanda hídrica para irrigação de cada uma das culturas selecionada foi empregado o programa computacional CROPWAT 8.0 disponibilizado gratuitamente pela FAO, como discutido nos itens 5.2 e 6.1.5.

Foram utilizados os valores médios de evapotranspiração de referência calculados no item 6.1.5. Já a precipitação provável foi determinada a partir dos valores presentes no Quadro 8, para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, outubro, novembro e dezembro, meses em que a média é superior a 50 mm. Como não foram verificados valores nulos nas séries mensais, a precipitação provável foi avaliada pela aplicação da distribuição Gama (item 5.2), sem a necessidade da utilização da distribuição Gama-Mista.

As estimativas de a e b foram feitas pelo método da máxima verossimilhança através de (Fernandes, 2002):

$$\alpha = \frac{1}{4 \cdot A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot A}{3}} \right) \quad (32)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (33)$$

sendo:

$$A = \ln(\bar{x}) - x_g \quad (34)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (35)$$

$$x_g = \sqrt[N]{\prod_{i=1}^N x_i} \quad (36)$$

onde \bar{x} é a média aritmética e x_g é a média geométrica da observação.

Os valores calculados para os parâmetros de forma e escala, bem como a precipitação provável para vários níveis de probabilidade são apresentados no Quadro 23.

Quadro 23 – Precipitação provável para diversas probabilidades de excedência para a bacia do rio Uruçuí Preto

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Out	Nov	Dez	
α	6,28	5,58	5,40	3,85	1,84	7,27	6,16	
β	27,15	28,70	32,29	29,35	35,31	18,21	24,93	
Probabilidade (%)	10	261,6	250,7	274,7	190,4	128,8	197,9	236,2
	25	210,4	199,1	217,5	145,0	87,9	161,4	189,5
	50	161,7	150,6	163,7	103,5	53,6	126,4	145,3
	75	121,2	110,7	119,7	70,9	29,8	96,9	108,5
	90	91,3	81,6	87,7	48,4	15,9	74,7	81,4

Os coeficientes de cultura (kc) e a duração dos estágios de desenvolvimento das culturas foram obtidos no próprio CROPWAT, cuja instalação é acompanhada de um extenso banco de dados coligido pela FAO tanto para dados climatológicos quanto de culturas.

De forma a permitir uma análise mais ampla, já que a irrigação permite ao agricultor planejar o período de cultivo sem se atrelar ao calendário climático, foram calculadas as lâminas anuais necessárias à irrigação considerando o plantio iniciando no dia 15 de cada mês. No caso do feijão, do milho e da melancia, foram consideradas duas safras anuais, com plantio defasado em seis meses. No cálculo foi admitida a eficiência da irrigação igual a 70%, valor dentro da faixa normal para a irrigação por aspersão. Os valores obtidos com o auxílio do CROPWAT estão mostrados no Quadro 24. Assim, por exemplo, plantando-se banana no mês de fevereiro, a demanda anual para irrigação seria de 1.043,2 mm, ou 0,33 L/s por hectare. Se o plantio for em agosto, a demanda cai para 578,3 mm/ano dadas as melhores condições pluviométricas nos estágios de maturação e colheita, onde é maior o consumo hídrico pela planta, representando uma vazão média de 0,18 l/s.ha.

Quadro 24 – Lâmina anual necessária à irrigação em função do mês de plantio

Cultura	Ciclo (dias)	Mês do Plantio											Lâmina Média (mm)	
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov		
Banana	240	860,4	1043,2	1137,9	1138,9	1031,2	879,2	879,2	578,3	483,1	454,0	516,9	664,7	805,6
Feijão	110	556,0	567,8	509,6	458,2	496,3	531,2	556,0	567,8	509,6	458,2	496,3	531,2	519,9
Melancia	120	599,0	582,4	523,3	485,5	525,6	558,7	599,0	582,4	523,3	485,5	525,6	558,7	545,8
Milho	125	629,4	617,6	557,3	521,2	573,8	593,6	629,4	617,6	557,3	521,2	573,8	593,6	582,2
Coco	365	1045,4	1031,8	1027,8	1009,9	1006,5	1008,8	1013,9	1018,7	1024,2	1030,0	1033,1	1042,5	1024,4
Limão	365	604,3	602,3	597,5	592,4	587,6	598,9	616,7	621,2	616,3	607,7	604,1	600,7	604,1
Manga	365	1079,8	1058,0	1027,6	982,8	958,9	946,5	946,9	956,7	978,9	1013,5	1048,2	1077,8	1006,3
Uva	365	614,3	519,9	430,8	337,5	284,6	340,4	411,9	496,5	596,0	684,6	725,5	690,7	511,1

7.3 Dimensionamento do Sistema de Irrigação

De forma a se avaliar melhor o custo de implantação do sistema de irrigação, optou-se por dimensionar dois sistemas aptos a irrigar uma área de, respectivamente, 2,0 ha e 20,0 ha. A área de 2,0 ha se justifica tanto pela predominância de pequenas propriedades rurais nos vales, bem como pela vazão esperada a partir de um poço profundo captando água no sistema aquífero Poti/Piauí, 3,41 L/s. Já o tamanho de 20,0 ha foi aquele estabelecido por COMDEPI (2002) como padrão na avaliação do aproveitamento do vale para a irrigação.

7.3.1 Área de 2,0 ha, Fonte Hídrica Água Superficial

A área foi considerada como tendo 160 m de comprimento por 125 m de largura. A irrigação será feita a partir de um ramal principal que alimentará duas linhas laterais móveis e duas fixas. A linha principal será disposta inicialmente paralela à maior dimensão do terreno e depois seguirá pelo meio da área. Cada linha lateral será responsável, portanto, por cobrir metade do comprimento do terreno. O esquema adotado está mostrado na Figura 18. Todas as tubulações serão de PVC. O dimensionamento do sistema segue conforme discutido no item 5.3.1.

Moto-bomba

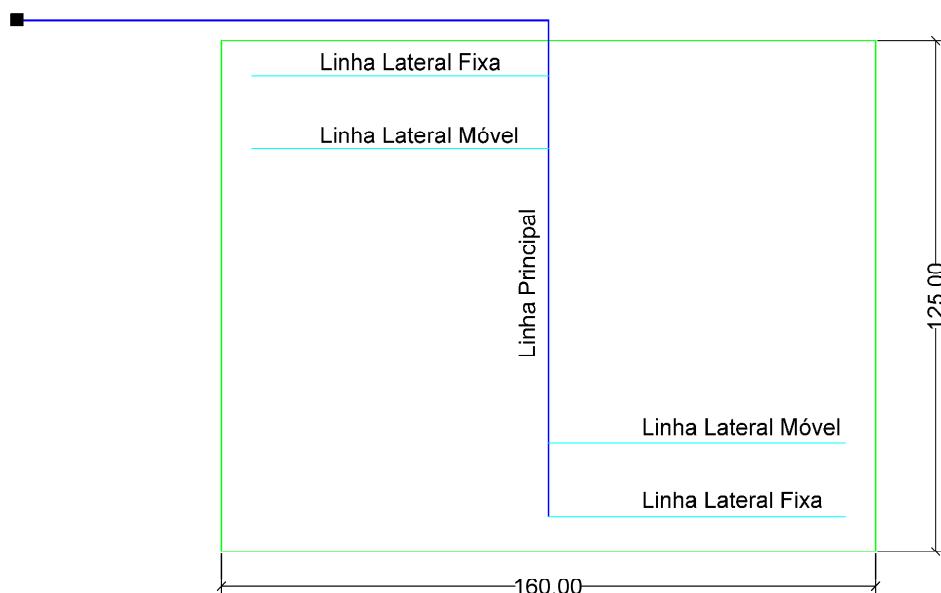


Figura 22 – Layout do sistema de irrigação por aspersão convencional com linhas laterais fixas e móveis para uma área de 2,0 ha.

7.3.1.1 Lâmina Líquida Máxima de Irrigação (L_{lm})

Como visto no item 5.3.1.2, a lâmina máxima líquida de irrigação depende de características do solo e da cultura. Para o presente caso, adotou-se L_{lm} igual a 45 mm, tendo em vista que nas áreas potencialmente irrigáveis predominam os latossolos de textura média e bem drenados.

7.3.1.2 Necessidade de Irrigação Máxima Líquida da Cultura (N_{lm})

Foi adotada igual à evapotranspiração de referência diária mais alta do ano, ou seja, 6,0 mm/dia referente ao mês de setembro.

7.3.1.3 Frequência Máxima de Irrigação ($F_{máx}$)

É dada pela razão entre L_{lm} e N_{lm} , assim:

$$F_{máx} = \frac{45,0}{6,0} = 7,5 \text{ dias}$$

Foi adotada a frequência de irrigação (F) de 7 dias.

7.3.1.4 Lâmina Líquida de Irrigação (L_{lm})

$$L_{lm} = F \cdot N_{lm} = 7 \cdot 6 = 42 \text{ mm}$$

7.3.1.5 Lâmina Bruta de Irrigação (L_b) e Necessidade de Irrigação Bruta (N_b)

Considerando-se a eficiência de irrigação (E_f) igual a 70%:

$$L_b = \frac{L_{lm}}{E_f} = \frac{42,0}{0,7} = 60,0 \text{ mm} = 600 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$N_b = \frac{N_{lm}}{E_f} = \frac{6,0}{0,7} = 8,6 \text{ mm}$$

7.3.1.6 Tempo de Aplicação da Água no Solo (T)

Considerando uma velocidade de infiltração básica do solo (v_b) de 9,0 mm/h:

$$T = \frac{L_b}{v_b} = \frac{60,0}{9,0} = 6,7 \text{ h}$$

Foi admitido o tempo de aplicação igual a 7 h.

7.3.1.7 Escolha do Aspersor

O aspersor será escolhido em função da precipitação necessária (Pa) e da área unitária (A). Considerando um espaçamento entre aspersores (S1) igual a 12,0 m e entre linhas (S2) igual a 18,0 m, calcula-se a vazão por aspersor (Qa):

$$Pa = \frac{Lb}{T} = \frac{60}{7,0} = 8,6 \text{ mm/h}$$

$$Qa = Pa \cdot S1 \cdot S2 \cdot 10^{-3} = 8,6 \cdot 12,0 \cdot 18,0 \cdot 10^{-3} = 1,86 \text{ m}^3/\text{h}$$

Adotando-se um aspersor NAAN com bocais com diâmetros 5,5 mm x 3,8 mm, tem-se: pressão de serviço (Ps) igual a 20,0 m; e diâmetro molhado igual a 30,0 m, valor compatível com os espaçamentos adotados.

7.3.1.8 Dimensionamento das Linhas Laterais

Sendo o espaçamento entre aspersores igual a 12,0 m e o comprimento da área a ser atendida por cada linha lateral 80,0 m, serão adotados sete aspersores. A distância do último aspersor ao limite do terreno será de 4,0 m, mesmo valor adotado entre o início da linha e o primeiro aspersor. Assim, o comprimento total de cada linha lateral será de 76,0 m. A vazão de entrada (Qel) corresponde à vazão para alimentação dos sete aspersores, vale 13,02 m³/h, ou 3,62 L/s.

Considerando uma declividade ascendente do terreno da ordem de 2%, valor médio observado na vale do rio Uruçuí Preto, o desnível (Δz) entre o início da linha e o final será de 1,52 m, e a perda de carga máxima admissível na linha lateral será de:

$$\Delta H_{\text{máx}} = 0,20 \cdot Ps + \Delta z = 0,20 \cdot 20 - 1,52 = 2,48 \text{ m}$$

Sendo sete o número de aspersores, o coeficiente de Christiansen será igual a 0,425, e a vazão fictícia constante a ser considerada para o cálculo da perda de carga será de $0,425 \times 3,62 = 1,54 \text{ L/s}$.

Considerando um acréscimo no comprimento real de 10% para representar as perdas localizadas, e trabalhando-se com a fórmula universal da perda de carga (Equação 17) e a equação de Swamee (Equação 18) para um coeficiente de rugosidade equivalente (ϵ) de 0,006 mm (Porto, 2006), chega-se ao diâmetro de 50 mm. Para esse valor, a perda de carga será de 1,17 m.

A pressão na entrada da lateral (P_{inLL}), considerando a altura dos aspersores igual a 1,0 m, será:

$$P_{inLL} = Ps + 0,75 \cdot \Delta H + ha + 0,5 \cdot \Delta z = 20 + 0,75 \cdot 1,17 + 1,0 + 0,5 \cdot 1,52$$

$$P_{inLL} = 22,63 \text{ m}$$

7.3.1.9 Dimensionamento da Linha Principal

Considerando o espaçamento entre linhas de 18,0 m e a largura total do terreno, 125,0 m, serão adotadas sete posições para as linhas laterais, com o espaçamento entre a primeira linha lateral e o limite do terreno e a última linha lateral e o limite do terreno igual a 8,50 m.

Sendo o turno de rega de 7 h e o intervalo entre regas em uma linha lateral igual a 7 dias, e o número total de posição das linhas igual a 14, será adotado o seguinte esquema de funcionamento:

- ✓ Na segunda-feira serão irrigadas quatro linhas. Considerando o regime de trabalho de 8 h diárias, serão necessários quatro conjuntos de linhas laterais. As duas mais extremas podem ser mantidas fixas, enquanto as outras duas serão móveis;
- ✓ De terça-feira ao sábado serão irrigadas duas linhas por dia, cada uma de um lado da linha principal.

Assim, as vazões máximas nos trechos da linha principal serão:

- ✓ Da moto-bomba até a primeira derivação, em um comprimento total de 143,50 m, quatro vezes a vazão de entrada na linha, ou seja, $4 \times 3,62 = 14,48 \text{ L/s}$;
- ✓ Entre as posições 1 e 2, três vezes Q_{el} , $10,86 \text{ L/s}$, com um comprimento de 18,0 m;
- ✓ Entre as posições 2 e 6, $2 \times 3,62 = 7,24 \text{ L/s}$, com uma extensão de 72,0 m;
- ✓ Entre as posições 6 e 7, Q_{el} , $3,62 \text{ L/s}$, com 18,0 m de extensão.

Considerando o critério da vazão máxima admissível igual a 2,0 m/s e consultando o Quadro 4, tem-se que a linha principal poderia variar de diâmetro entre 100 mm (trecho inicial) e 50 mm (trecho final). Optou-se, entretanto, em adotar dois diâmetros: 100 mm da moto-bomba até a segunda derivação, numa extensão de 161,50 m; e 75 mm da segunda derivação até o final, com comprimento total de 90,0 m.

A situação mais crítica de operação será a correspondente à segunda-feira, com quatro linhas em operação. O cálculo da perda de carga total na linha principal está detalhado no Quadro 25, valendo 8,11 m. No cálculo foi observada a recomendação de majorar os comprimentos em 10% para a consideração das perdas de cargas localizadas. Para o hidrante no derivação, a perda localizada é de 1,50 m, resultando em um valor total de 9,61 m.

Quadro 25 – Perda de carga na linha principal

Trecho	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	ΔH (m)
Moto-bomba a 1 ^a Derivação	161,50	100	14,48	5,03
1 ^a Derivação a 2 ^a Derivação	18,00	100	10,86	0,33
2 ^a Derivação a 6 ^a Derivação	72,00	75	7,24	2,56
6 ^a Derivação a 7 ^a Derivação	18,00	75	3,62	0,18

Obs.: L – comprimento; D – diâmetro; Q – Vazão; ΔH – perda de carga.

7.3.1.10 Potência do Conjunto Elevatório

A altura manométrica é calculada pela Equação 24, sendo diferente se a fonte é superficial ou subterrânea, já que tal fato afetará a altura geométrica de sucção (Hgs).

Para fonte superficial, Hgs pode ser considerado da ordem de 5,0 m, valor necessário para vencer a ribanceira do rio. Desprezando a perda de carga na sucção dada a sua pequena extensão e considerando o desnível em aclive até o aspersor mais distante igual a 4,8 m:

$$H_{man} = H_{gs} + \Delta H_{s} + H_{gr} + \Delta H_{LP} + P_{in,LL}$$

$$H_{man} = 5,00 + 0,00 + 4,8 + 9,61 + 0,00 + 22,63 = 42,04 \text{ m}$$

Considerando o rendimento do conjunto elevatório da ordem de 0,80, a potência do conjunto para água superficial seria de:

$$Pot = \frac{1000 \cdot 0,01448 \cdot 42,04}{75 \cdot 0,80} = 10,15 \text{ CV}$$

Devendo ser adquirido um motor com potência de 15 CV.

7.3.2 Área de 2,0 ha, Fonte Hídrica Água Subterrânea

Sendo a vazão de alimentação de uma linha lateral de 3,62 L/s (13,02 m³/h), praticamente a vazão média esperada para um poço extraíndo água do sistema aquífero Poti/Piauí, o esquema de funcionamento do sistema teria que ser alterado de tal forma que duas linhas seriam operadas por dia, mas não concomitantemente. Assim, durante sete horas, se operaria uma linha, e nas sete horas seguintes a outra, indicando um turno de trabalho diário de, pelo menos, 15 h, considerando o tempo para montagem das linhas. O funcionamento do sistema também exigiria trabalho nos sete dias da semana, aumentando, portanto, o custo operacional.

O dimensionamento do novo sistema segue idêntico ao anterior até o dimensionamento da linha lateral e diverge a partir do dimensionamento da linha principal.

7.3.2.1 Dimensionamento da Linha Principal

A linha principal veiculará uma vazão de 3,62 L/s, sendo a situação mais crítica de operação a alimentação das linhas laterais localizadas na 7^a derivação. Portanto, seu comprimento total será de 251,50 m. Segundo o Quadro 4, o diâmetro será de 50 mm e a perda de carga total valerá 17,59 m que somada à perda no hidrante, totaliza 19,09 m.

7.3.2.2 Potência do Conjunto Elevatório

A altura geométrica de succção (Hgs) será igual ao nível dinâmico, 177,19 m, enquanto a perda de carga na succção (ΔH_s) deve ser calculada em função do diâmetro e do comprimento do tubo adutor (tubulação que parte da bomba submersa até a boca do poço). Para um comprimento da ordem de 200,0 m (profundidade esperada para o poço) e diâmetro de 75 mm, a perda de carga será de 2,47 m. Assim, a altura manométrica valerá:

$$H_{man} = 177,19 + 2,47 + 4,8 + 19,09 + 22,63 = 226,18 \text{ m}$$

Considerando o rendimento do conjunto elevatório da ordem de 0,80, a potência do conjunto para água superficial seria de:

$$Pot = \frac{1000 \cdot 0,00362 \cdot 226,18}{75 \cdot 0,80} = 13,65 \text{ CV}$$

Devendo, portanto, ser adquirido um motor de 15 CV.

7.3.3 Área de 20,0 ha

Para a área de 20,0 ha a fonte será obrigatoriamente superficial dada a vazão demandada. As dimensões consideradas para o terreno foram de 400 m de comprimento por 500 m de largura. O esquema adotado para o sistema de irrigação está apresentado na Figura 19, com a implantação de duas linhas secundária e cada linha lateral cobrindo 1/4 do comprimento do terreno. Assim, as linhas laterais terão as mesmas dimensões e características do sistema projetado no item 7.3.1. Portanto, o dimensionamento seguirá a partir das linhas secundárias.

7.3.3.1 Dimensionamento da Linha Secundária

Cada linha secundária terá 28 derivações, com comprimento total de 493,0 m. Sendo o número de posições ocupadas pelas linhas laterais igual a 112, deverão ser instaladas 4 linhas laterais fixas e 18 linhas laterais móveis, permitindo a operação em 6 dias da semana. Na segunda-feira, irão operar concomitantemente 22 linhas laterais, sendo 11 para cada linha secundária. Nos demais dias, 18 linhas laterais, 9 para cada linha secundária.

As linhas secundárias serão executadas com três trechos distintos: do início até a derivação de número 9, a tubulação terá 200 mm de diâmetro, 151,0 m de comprimento e vazão máxima de 39,82 L/s; da derivação 9 até a derivação 21 a vazão máxima vale 28,96 L/s, o diâmetro será de 150 mm e a extensão da tubulação será de 216 m; finalmente da derivação 21 até o final, o diâmetro será de 100 mm, com 126 m de comprimento e vazão máxima de 14,48 L/s.

A perda de carga máxima esperada, considerando o acréscimo de 10% para as perdas localizadas e 1,50 m para o hidrante no início da linha, será de 10,52 m.

7.3.3.2 Dimensionamento da Linha Principal

A linha principal será dimensionada em dois trechos: o primeiro do conjunto elevatório até a primeira linha secundária, com 130 m de extensão e vazão máxima de 79,64 L/s; e o segundo até o início da segunda linha secundária, com 160 m de extensão e vazão máxima de 39,82 L/s. Considerando os valores constantes no Quadro 4, o diâmetro do primeiro trecho será de 250 mm e o do segundo será 200 mm. A perda de carga total máxima esperada será de 2,17 m.

7.3.3.3 Potência do Conjunto Elevatório

Considerando a altura geométrica de sucção (Hgs) igual a 5,0 m, o desnível em acente entre o conjunto moto-bomba e o aspersor mais desfavorável de 12,30 m e desprezando a perda de carga na sucção, a altura manométrica valerá:

$$H_{man} = 5,0 + 2,17 + 10,52 + 12,30 + 22,63 = 52,62 \text{ m}$$

Considerando o rendimento do conjunto elevatório da ordem de 0,80, a potência do conjunto seria de:

$$Pot = \frac{1000 \cdot 0,07964 \cdot 52,62}{75 \cdot 0,80} = 69,8 \text{ CV}$$

Podendo ser adquiridos três conjuntos com potência individual de 25 CV.

7.3.4 Custo do Sistema de Irrigação

Após o dimensionamento dos sistemas de irrigação foi realizada a estimativa de custos de cada um deles a partir dos valores de referência trabalhados pelo Estado do Ceará e pelo Estado de Sergipe. Foi considerado que os custos de aquisição das tubulações enterradas (linhas principal e secundárias) seriam majorados em 40% para considerar os custos de aquisição das conexões, escavações, reaterros e montagem (Gomes, 1999). Para as linhas laterais, que não serão enterradas, admitiu-se uma majoração de 25% para as peças especiais.

Os orçamentos estão apresentados em Anexos, resultando em um custo médio por hectare de:

- ✓ Área de 2,0 ha, fonte hídrica superficial, R\$ 6.742,64 (seis mil, setecentos e quarenta e dois reais e sessenta e quatro centavos);
- ✓ Área de 20,0 ha, fonte hídrica superficial, R\$ 4.250,16 (quatro mil, duzentos e cinqüenta reais e dezesseis centavos);
- ✓ Área de 2,0 ha, fonte hídrica subterrânea, R\$ 23.326,66 (vinte e três mil, trezentos e vinte e seis reais e sessenta e seis centavos), dos quais R\$ 6.286,66 (seis mil, duzentos e oitenta e seis reais e sessenta e seis centavos) correspondem ao sistema de irrigação e R\$ 17.040,00 (dezessete mil e quarenta reais) dizem respeito à instalação do poço;

Assim, o investimento inicial para a implantação do sistema de irrigação foi considerado:

- ✓ R\$ 5.496,40 (cinco mil, quatrocentos e noventa e seis reais e quarenta centavos) para a fonte hídrica água superficial, por hectare;
- ✓ R\$ 6.286,66 (seis mil, duzentos e oitenta e seis reais e sessenta e seis centavos) para a fonte hídrica subterrânea, por hectare;
- ✓ R\$ 17.040,00 (dezessete mil e quarenta reais) para instalação de poço, por hectare.

A separação dos custos do poço para os sistemas abastecidos por água subterrânea tem a ver com a vida útil do poço ser muito maior que a dos equipamentos do sistema de irrigação. Em geral, espera-se que a cada 10 anos o sistema de irrigação seja reposto (Blanco et. al, 2004), enquanto a vida útil do poço pode se estender por mais de 40 anos, dependendo de uma operação adequada⁶.

7.4 Avaliação Econômica

A avaliação econômica foi conduzida de duas formas:

- ✓ Avaliou-se a Taxa Interna de Retorno (TIR) do cultivo de cada uma das variedades definidas no item 7.1 considerando o período de 35 anos, tempo máximo de validade da Outorga de Uso concedida pelo Estado do Piauí, considerando a fonte hídrica da irrigação;
- ✓ Determinou-se o Payback Efetivo (PbE) de cada cultivo considerado a fonte hídrica para uma taxa de desconto de 12% (COMDEPI, 2002), buscando-se identificar o tempo mínimo de concessão da Outorga de Uso para viabilizar o empreendimento.

Os custos de produção e os rendimentos foram obtidos na publicação AGRIANUAL 2012, cuja base de preços é agosto de 2011. Para compatibilizar com os demais valores, os valores foram corrigidos pelo IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo), utilizado pelo Governo Federal no estabelecimento da meta de inflação. Entre agosto de 2011 e outubro de 2014, a correção é de 20,01%. Em Anexos se encontram os custos de produção por hectare extraídos de tal publicação.

Os preços das frutas no atacado foram obtidos junto à Central de Abastecimento do Ceará – CEASA/CE tendo em vista que a Central de

⁶ <http://www.sindiconet.com.br/6909/Informese/Economia-dagua/Poos-artesianos>

Abastecimento do Piauí – CEAPI disponibiliza tais valores apenas para o mês de março de 2013. Trabalhou-se com os valores médios praticados em 2014, cujo histórico de preços está apresentado em Anexos.

O custo com energia elétrica foi calculado em função da potência média calculada, da vazão média de dimensionamento do sistema de irrigação, do número de horas anuais de bombeamento e do custo unitário do kw.h praticado pela Eletrobrás Distribuição Piauí em outubro de 2014, 0,578303 R\$/ha.

O número de horas anuais de bombeamento é dado pela razão entre o volume de água a ser fornecido pelo sistema e a vazão de dimensionamento, ou seja:

$$nh = \frac{La \cdot 10}{Qb} \quad (36)$$

onde: nh é o número de horas de bombeamento por ano; La é a lâmina de irrigação anual (mm); Qb é a vazão de dimensionamento do sistema de irrigação (m³/h) por hectare.

Para a fonte superficial, a potência média, por hectare, vale 4,28 CV, enquanto a vazão média de dimensionamento, também por hectare, é de 5,37 L/s, ou 19,33 m³/h. Já para a irrigação a partir de poço profundo, a vazão de dimensionamento é de 1,81 L/s, ou seja, 6,52 m³/h, e a potência 6,83 CV.

Foi admitido, ainda, um custo anual de manutenção do sistema de irrigação de 10% do custo de implantação e que apenas 75% do valor da comercialização efetivamente são revertidos ao produtor para considerar outros custos como transporte e perdas.

7.4.1 Determinação da Taxa Interna de Retorno

O cálculo da TIR para cada tipo de cultivo e por fonte hídrica foi feita utilizando o Microsoft Excel, versão 2010, com a determinação do valor buscado a partir da função “Atingir Meta”. Como visto no item 5.1.3, a TIR zera o valor presente líquido (VLP) ao fim do período analisado, no caso, 35 anos.

O Quadro 26 apresenta o resumo dos resultados obtidos, enquanto os Quadros 27 a 34 apresentam o cálculo detalhado para cada cultura considerando a fonte hídrica água superficial e os Quadros 35 a 42 para a água subterrânea.

A vida útil do sistema de irrigação foi admitida igual a 10 anos, de tal forma que os custos de implantação do sistema deverão ser repetidos no décimo primeiro, vigésimo primeiro e no trigésimo primeiro ano de funcionamento do empreendimento. Para as culturas permanentes foi considerada a necessidade de replantio após o período produtivo indicado no AGRIANUAL: 5 anos para banana; 30 anos para o coco; 12 anos para o limão; 20 anos para a manga; e 12 anos para a uva.

Quadro 26 – Taxa Interna de Retorno (TIR) por cultivo e fonte hídrica (%)

Cultivo	Água Superficial	Água Subterrânea
Banana	45,33	5,00
Coco	18,42	5,93
Feijão	26,32	0,00
Limão	45,37	27,76
Manga	40,72	23,49
Melancia	200,00*	65,70
Milho	46,61	0,00
Uva	132,54	113,13
Média Geral	69,41	30,13
Mínimo	18,42	0,00
Máximo	200,00	113,13

Obs.: *Valor adotado.

Como visto no Quadro 26, há uma grande variação da TIR tanto em função do tipo de cultura, bem como quando há mudança da fonte hídrica. Sendo maior o investimento necessário para a implantação do sistema de irrigação nas regiões fora dos vales, dado o custo necessário para a perfuração do poço, a TIR de uma certa cultura é sempre maior quando a fonte é superficial. Além disso, os gastos com energia elétrica são mais elevados na irrigação subterrânea.

Ressalta-se o cultivo de melancia irrigada com água superficial, cujo cálculo detalhado é mostrado no Quadro 32, em que todos os anos são superavitários, não sendo possível, portanto, calcular a TIR. Neste caso, foi admitido, para efeito de cálculo, o valor de 200%.

A uva, ainda que exija um custo inicial de investimento bem maior que as demais culturas, foi a que se apresentou, em termos médios, mais atrativa, com retorno superior a 100% independente da fonte hídrica.

Para a água superficial, a menor Taxa Interna de Retorno foi obtida pelo cultivo de coco, 18,42%. Já para a água subterrânea, apenas as culturas de maior valor agregado mostraram viabilidade de cultivo, sendo a manga aquela que apresentou o menor valor dentre os julgados atrativos, 23,49%.

Quadro 27 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a banana irrigada com água superficial

Cultura	Banana		Valor (R\$/kg)	1,25	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	805,60	Nº Anual de Horas Bombeamento		416,7
TIR = 45,33%											
Ano	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administrativa	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total	Custo Total	Produtiv. (kg/ha)
1	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32	5.496,40	759,49		6.255,89	28.290,21	15.000,00
2	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		759,49	549,64	1.309,13	10.424,37	17.500,00
3	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		759,49	549,64	1.309,13	10.763,04	20.000,00
4	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
5	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
6	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32		759,49	549,64	1.309,13	23.343,45	15.000,00
7	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		759,49	549,64	1.309,13	10.424,37	17.500,00
8	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		759,49	549,64	1.309,13	10.763,04	20.000,00
9	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
10	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
11	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32	5.496,40	759,49		6.255,89	28.290,21	15.000,00
12	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		759,49	549,64	1.309,13	10.424,37	17.500,00
13	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		759,49	549,64	1.309,13	10.763,04	20.000,00
14	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
15	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
16	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32		759,49	549,64	1.309,13	23.343,45	15.000,00
17	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		759,49	549,64	1.309,13	10.424,37	17.500,00
18	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		759,49	549,64	1.309,13	10.763,04	20.000,00
19	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
20	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
21	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32	5.496,40	759,49		6.255,89	28.290,21	15.000,00
22	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		759,49	549,64	1.309,13	10.424,37	17.500,00
23	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		759,49	549,64	1.309,13	10.763,04	20.000,00
24	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
25	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
26	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32		759,49	549,64	1.309,13	23.343,45	15.000,00
27	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		759,49	549,64	1.309,13	10.424,37	17.500,00
28	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		759,49	549,64	1.309,13	10.763,04	20.000,00
29	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
30	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
31	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32	5.496,40	759,49		6.255,89	28.290,21	15.000,00
32	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		759,49	549,64	1.309,13	10.424,37	17.500,00
33	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		759,49	549,64	1.309,13	10.763,04	20.000,00
34	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00
35	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		759,49	549,64	1.309,13	10.783,68	22.500,00

Quadro 28 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o coco irrigado com água superficial

Cultura	Coco		Valor (R\$/frt)	1,05	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	1024,40	Nº Anual de Horas Bombeamento			529,9			
TIR = 18,42%															
Ano	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administrativa	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total	Custo Total	Produtiv. (frt/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
TIR = 18,42%															
1	1.633,60	745,24	3.469,49	1.948,96	7.797,29	5.496,40	965,77		6.462,17	14.259,46	0,00	0,00	-14.259,46	-14.259,46	
2	578,71	332,40	1.560,13	1.948,96	4.420,21		965,77	549,64	1.515,41	5.935,62	0,00	0,00	-5.935,62	-5.012,48	
3	729,92	1.781,91	2.708,63	1.948,96	7.169,42		965,77	549,64	1.515,41	8.684,83	0,00	0,00	-8.684,83	-6.193,47	
4	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		965,77	549,64	1.515,41	12.808,59	8.200,00	6.428,60	-6.379,99	-3.842,20	
5	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		965,77	549,64	1.515,41	12.808,59	16.400,00	12.857,19	48,60	24,72	
6	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		965,77	549,64	1.515,41	12.808,59	24.600,00	19.285,79	6.477,20	2.781,76	
7	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		965,77	549,64	1.515,41	12.808,59	30.750,00	24.107,23	11.298,64	4.097,74	
8	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		965,77	549,64	1.515,41	12.808,59	32.800,00	25.714,38	12.905,79	3.952,66	
9	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		965,77	549,64	1.515,41	12.808,59	32.800,00	25.714,38	12.905,79	3.337,92	
10	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		965,77	549,64	1.515,41	12.808,59	32.800,00	25.714,38	12.905,79	2.818,79	
11	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67	5.496,40	965,77		6.462,17	18.825,84	32.800,00	25.714,38	6.888,54	1.270,55	
12	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	1.843,44	
13	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	1.556,74	
14	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	1.314,63	
15	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	1.110,17	
16	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	937,51	
17	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	791,70	
18	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	668,57	
19	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	564,59	
20	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	476,78	
21	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67	5.496,40	965,77		6.462,17	18.825,84	32.800,00	25.714,38	6.888,54	234,35	
22	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	340,01	
23	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	287,13	
24	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	-897,83	
25	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	242,48	
26	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	-655,35	
27	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	204,76	
28	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	-450,59	
29	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	172,92	
30	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	-277,67	
31	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	146,02	
32	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	-131,65	
33	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	-8,33	
34	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	104,14	
35	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	95,80	
36	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	87,94	
37	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	183,74	
38	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	94,27	
39	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	62,82	
40	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	23,95	
41	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	-0,16	
42	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
43	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
44	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
45	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
46	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
47	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
48	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
49	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
50	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
51	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
52	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
53	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
54	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
55	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
56	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		965,77	549,64	1.515,41	13.879,08	32.800,00	25.714,38	11.835,30	0,00	
57	2.692,09	2.89													

Quadro 29 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o feijão irrigado com água superficial

Cultura	Feijão	Valor (R\$/kg)	2,38	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	519,90	Nº Anual de Horas Bombeamento				268,9		
Ano	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)			Custo Total	Produtiv. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
	Operações	Insumos	Administra.	Pós-Colheita	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção						
1	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93	5.496,40	490,14		5.986,54	12.373,48	4.800,00	8.568,00	-3.805,48	-3.805,48
2	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	903,47
3	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	715,21
4	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	566,18
5	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-1.620,62
6	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-1.172,42
7	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	354,81
8	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-536,74
9	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-314,40
10	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	176,01
11	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93	5.496,40	490,14		5.986,54	12.373,48	4.800,00	8.568,00	-3.805,48	-367,79
12	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-279,52
13	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	69,12
14	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-54,72
15	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-112,36
16	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	34,29
17	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	27,15
18	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	21,49
19	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-12,42
20	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	13,47
21	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93	5.496,40	490,14		5.986,54	12.373,48	4.800,00	8.568,00	-3.805,48	-35,55
22	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	8,44
23	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	6,68
24	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	5,29
25	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	4,19
26	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	3,31
27	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	2,62
28	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-3,98
29	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	0,82
30	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	-1,56
31	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93	5.496,40	490,14		5.986,54	12.373,48	4.800,00	8.568,00	-3.805,48	-3,44
32	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	0,65
33	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	0,00
34	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	0,51
35	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		490,14	549,64	1.039,78	7.426,72	4.800,00	8.568,00	1.141,28	0,40

Quadro 30 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o limão irrigado com água superficial

Quadro 31 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a manga irrigada com água superficial

Cultura	Manga		Valor (R\$/kg)	1,88	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	1006,30	Nº Anual de Horas Bombeamento			520,5		
Ano	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)			Custo Total	Produtiv. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção						
1	1.782,15	1.273,31	3.111,86	2.204,58	8.371,90	5.496,40	948,70		6.445,10	14.817,00		0,00	-14.817,00	-14.817,00
2	2.042,57	769,26	826,87	2.204,58	5.843,29		948,70	549,64	1.498,34	7.341,63		0,00	-7.341,63	-5.217,30
3	2.360,60	1.308,11	1.992,17	2.418,20	8.079,07		948,70	549,64	1.498,34	9.577,42	4.161,60	5.867,86	-3.709,56	-1.873,40
4	2.391,80	1.352,51	2.387,00	2.738,63	8.869,94		948,70	549,64	1.498,34	10.368,28	8.323,20	11.735,71	1.367,43	-21.907,70
5	2.472,21	1.410,12	3.900,33	3.005,05	10.787,70		948,70	549,64	1.498,34	12.286,04	16.646,40	23.471,42	11.185,38	2.852,76
6	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	24.969,60	35.207,14	21.757,00	3.943,37
7	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	4.313,92
8	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	3.065,67
9	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	2.178,61
10	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	1.548,22
11	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80	5.496,40	948,70		6.445,10	18.396,90	33.292,80	46.942,85	28.545,95	937,74
12	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	781,88
13	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	555,64
14	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	394,86
15	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	280,61
16	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	199,41
17	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	141,71
18	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	100,71
19	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	71,57
20	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	50,86
21	1.782,15	1.273,31	3.111,86	2.204,58	8.371,90	5.496,40	948,70		6.445,10	14.817,00		0,00	-14.817,00	-15,99
22	2.042,57	769,26	826,87	2.204,58	5.843,29		948,70	549,64	1.498,34	7.341,63		0,00	-7.341,63	-5,63
23	2.360,60	1.308,11	1.992,17	2.418,20	8.079,07		948,70	549,64	1.498,34	9.577,42	4.161,60	5.867,86	-3.709,56	-2,02
24	2.391,80	1.352,51	2.387,00	2.738,63	8.869,94		948,70	549,64	1.498,34	10.368,28	8.323,20	11.735,71	1.367,43	0,53
25	2.472,21	1.410,12	3.900,33	3.005,05	10.787,70		948,70	549,64	1.498,34	12.286,04	16.646,40	23.471,42	11.185,38	3,08
26	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	24.969,60	35.207,14	21.757,00	4,26
27	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	4,66
28	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	3,31
29	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	2,35
30	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	1,67
31	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80	5.496,40	948,70		6.445,10	18.396,90	33.292,80	46.942,85	28.545,95	1,01
32	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	0,84
33	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	0,60
34	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	0,43
35	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		948,70	549,64	1.498,34	13.450,14	33.292,80	46.942,85	33.492,71	0,30

Quadro 32 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a melancia irrigada com água superficial

Cultura	Melancia	Valor (R\$/kg)	0,76	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	545,80	Nº Anual de Horas Bombeamento	282,3									
Ano	TIR = 200,00%							Custo Total	Produtivi. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL					
	Custos com o Cultivo (R\$/ha)				Custo com a Irrigação (R\$/ha)													
Operações	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total											
1	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05	5.496,40	514,56		6.010,96	25.863,01	56.000,00	31.920,00	6.056,99	6.056,99					
2	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	3.667,92					
3	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	1.222,64					
4	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	407,55					
5	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	135,85					
6	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	45,28					
7	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	15,09					
8	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	5,03					
9	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	1,68					
10	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,56					
11	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05	5.496,40	514,56		6.010,96	25.863,01	56.000,00	31.920,00	6.056,99	0,10					
12	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,06					
13	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,02					
14	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,01					
15	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
16	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
17	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
18	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
19	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
20	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
21	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05	5.496,40	514,56		6.010,96	25.863,01	56.000,00	31.920,00	6.056,99	0,00					
22	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
23	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
24	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
25	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
26	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
27	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
28	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
29	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
30	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
31	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05	5.496,40	514,56		6.010,96	25.863,01	56.000,00	31.920,00	6.056,99	0,00					
32	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
33	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
34	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					
35	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		514,56	549,64	1.064,20	20.916,25	56.000,00	31.920,00	11.003,75	0,00					

Quadro 33 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o milho irrigado com água superficial

Cultura	Milho	Valor (R\$/kg)	0,66	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	582,20	Nº Anual de Horas Bombeamento	301,2
TIR = 46,61%									
Ano	Operações	Insumos	Administra.	Pós-Colheita	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total
1	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84	5.496,40	548,88		6.045,28
2	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
3	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
4	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
5	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
6	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
7	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
8	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
9	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
10	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
11	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84	5.496,40	548,88		6.045,28
12	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
13	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
14	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
15	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
16	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
17	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
18	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
19	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
20	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
21	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84	5.496,40	548,88		6.045,28
22	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
23	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
24	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
25	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
26	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
27	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
28	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
29	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
30	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
31	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84	5.496,40	548,88		6.045,28
32	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
33	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
34	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52
35	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		548,88	549,64	1.098,52

Quadro 34 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a uva irrigada com água superficial

Cultura	Uva	Valor (R\$/kg)	10,07	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	511,10	Nº Anual de Horas Bombeamento	264,4
TIR = 132,54%									
Ano	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total
1	2.799,83	10.568,08	82.672,20	6.589,75	102.629,86	5.496,40	481,85		5.978,25
2	9.808,42	7.812,65	3.130,18	3.212,67	23.963,92		481,85	549,64	1.031,49
3	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
4	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
5	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
6	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
7	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
8	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
9	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
10	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
11	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02	5.496,40	481,85		5.978,25
12	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
13	2.799,83	10.568,08	82.672,20	6.589,75	102.629,86		481,85	549,64	1.031,49
14	9.808,42	7.812,65	3.130,18	3.212,67	23.963,92		481,85	549,64	1.031,49
15	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
16	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
17	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
18	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
19	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
20	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
21	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02	5.496,40	481,85		5.978,25
22	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
23	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
24	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
25	2.799,83	10.568,08	82.672,20	6.589,75	102.629,86		481,85	549,64	1.031,49
26	9.808,42	7.812,65	3.130,18	3.212,67	23.963,92		481,85	549,64	1.031,49
27	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
28	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
29	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
30	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
31	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02	5.496,40	481,85		5.978,25
32	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
33	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
34	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49
35	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		481,85	549,64	1.031,49

Quadro 35 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a banana irrigada com água subterrânea

Cultura	Banana		Valor (R\$/kg)	1,25	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	805,60	Nº Anual de Horas Bombeamento			1235,6			
Ano	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)				Custo Total	Produtivi. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total						
1	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32	23.308,66	3.591,91		26.900,57	48.934,89	15.000,00	14.062,50	-34.872,39	-34.872,39	-34.872,39
2	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		3.591,91	626,87	4.218,78	13.334,02	17.500,00	16.406,25	3.072,23	2.925,90	-31.946,49
3	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		3.591,91	626,87	4.218,78	13.672,69	20.000,00	18.750,00	5.077,31	4.605,16	-27.341,33
4	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	6.392,53	-20.948,80
5	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	6.088,05	-14.860,75
6	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32		3.591,91	626,87	4.218,78	26.253,10	15.000,00	14.062,50	-12.190,60	-9.551,07	-24.411,82
7	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		3.591,91	626,87	4.218,78	13.334,02	17.500,00	16.406,25	3.072,23	2.292,38	-22.119,44
8	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		3.591,91	626,87	4.218,78	13.672,69	20.000,00	18.750,00	5.077,31	3.608,04	-18.511,40
9	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	5.008,41	-13.502,99
10	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	4.769,86	-8.733,13
11	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32	6.268,66	3.591,91		9.860,57	31.894,89	15.000,00	14.062,50	-17.832,39	-10.946,21	-19.679,34
12	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		3.591,91	626,87	4.218,78	13.334,02	17.500,00	16.406,25	3.072,23	1.796,03	-17.883,31
13	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		3.591,91	626,87	4.218,78	13.672,69	20.000,00	18.750,00	5.077,31	2.826,83	-15.056,49
14	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	3.923,98	-11.132,50
15	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	3.737,08	-7.395,42
16	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32		3.591,91	626,87	4.218,78	26.253,10	15.000,00	14.062,50	-12.190,60	-5.862,82	-13.258,24
17	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		3.591,91	626,87	4.218,78	13.334,02	17.500,00	16.406,25	3.072,23	1.407,15	-11.851,09
18	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		3.591,91	626,87	4.218,78	13.672,69	20.000,00	18.750,00	5.077,31	2.214,76	-9.636,33
19	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	3.074,36	-6.561,98
20	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	2.927,92	-3.634,06
21	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32	6.268,66	3.591,91		9.860,57	31.894,89	15.000,00	14.062,50	-17.832,39	-6.719,21	-10.353,26
22	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		3.591,91	626,87	4.218,78	13.334,02	17.500,00	16.406,25	3.072,23	1.102,47	-9.250,79
23	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		3.591,91	626,87	4.218,78	13.672,69	20.000,00	18.750,00	5.077,31	1.735,21	-7.515,57
24	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	2.408,69	-5.106,88
25	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	2.293,96	-2.812,92
26	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32		3.591,91	626,87	4.218,78	26.253,10	15.000,00	14.062,50	-12.190,60	-3.598,82	-6.411,74
27	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		3.591,91	626,87	4.218,78	13.334,02	17.500,00	16.406,25	3.072,23	863,76	-5.547,98
28	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		3.591,91	626,87	4.218,78	13.672,69	20.000,00	18.750,00	5.077,31	1.359,50	-4.188,47
29	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	1.887,16	-2.301,32
30	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	1.797,27	-504,04
31	2.951,05	2.031,77	15.554,14	1.497,36	22.034,32	6.268,66	3.591,91		9.860,57	31.894,89	15.000,00	14.062,50	-17.832,39	-4.124,51	-4.628,55
32	591,65	2.388,20	4.615,34	1.520,05	9.115,24		3.591,91	626,87	4.218,78	13.334,02	17.500,00	16.406,25	3.072,23	676,74	-3.951,81
33	591,65	2.660,62	4.615,34	1.586,29	9.453,91		3.591,91	626,87	4.218,78	13.672,69	20.000,00	18.750,00	5.077,31	1.065,14	-2.886,67
34	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	1.478,55	-1.408,12
35	591,65	2.615,02	4.615,34	1.652,54	9.474,55		3.591,91	626,87	4.218,78	13.693,33	22.500,00	21.093,75	7.400,42	1.408,12	0,00

Quadro 36 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o coco irrigado com água subterrânea

Cultura	Coco	Valor (R\$/frt)	1,05	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	1024,40	Nº Anual de Horas Bombreamento					1571,2		
								TIR = 5,93%							
Ano	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)				Custo Total	Produtiv. (frt/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total						
1	1.633,60	745,24	3.469,49	1.948,96	7.797,29	23.308,66	4.567,47		27.876,13	35.673,42	0,00	0,00	-35.673,42	-35.673,42	-35.673,42
2	578,71	332,40	1.560,13	1.948,96	4.420,21		4.567,47	626,87	5.194,34	9.614,55	0,00	0,00	-9.614,55	-9.075,95	-44.749,37
3	729,92	1.781,91	2.708,63	1.948,96	7.169,42		4.567,47	626,87	5.194,34	12.363,76	0,00	0,00	-12.363,76	-11.017,34	-55.766,71
4	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	8.200,00	6.428,60	-10.058,92	-8.461,37	-64.228,08
5	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	16.400,00	12.857,19	-3.630,33	-2.882,69	-67.110,78
6	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	24.600,00	19.285,79	2.798,27	2.097,51	-65.013,26
7	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	30.750,00	24.107,23	7.619,71	5.391,59	-59.621,67
8	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	32.800,00	25.714,38	9.226,86	6.163,05	-53.458,62
9	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	32.800,00	25.714,38	9.226,86	5.817,80	-47.640,82
10	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	32.800,00	25.714,38	9.226,86	5.491,89	-42.148,93
11	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67	6.268,66	4.567,47		10.836,13	23.199,80	32.800,00	25.714,38	2.514,58	1.412,85	-40.736,08
12	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	4.326,05	-36.410,03
13	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	4.083,70	-32.326,33
14	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	3.854,94	-28.471,39
15	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	3.638,99	-24.832,41
16	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	3.435,13	-21.397,27
17	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	3.242,70	-18.154,58
18	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	3.061,05	-15.093,53
19	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	2.889,57	-12.203,96
20	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	2.727,70	-9.476,27
21	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67	6.268,66	4.567,47		10.836,13	23.199,80	32.800,00	25.714,38	2.514,58	793,83	-8.682,44
22	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	2.430,65	-6.251,79
23	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	2.294,49	-3.957,31
24	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	2.165,95	-1.791,36
25	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	2.044,61	-253,26
26	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	1.930,08	2.183,34
27	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	1.821,95	4.005,29
28	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	1.719,89	5.725,18
29	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	1.623,54	7.348,72
30	2.692,09	2.895,82	4.214,75	2.561,01	12.363,67		4.567,47	626,87	5.194,34	17.558,01	32.800,00	25.714,38	8.156,37	1.532,59	8.881,32
31	1.633,60	745,24	3.469,49	1.948,96	7.797,29	6.268,66	4.567,47		10.836,13	18.633,42	0,00	0,00	-18.633,42	-3.305,11	5.576,21
32	578,71	332,40	1.560,13	1.948,96	4.420,21		4.567,47	626,87	5.194,34	9.614,55	0,00	0,00	-9.614,55	-1.609,85	3.966,36
33	729,92	1.781,91	2.708,63	1.948,96	7.169,42		4.567,47	626,87	5.194,34	12.363,76	0,00	0,00	-12.363,76	-1.954,20	2.012,16
34	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	8.200,00	6.428,60	-10.058,92	-1.500,84	511,32
35	2.075,24	1.542,10	5.251,64	2.424,20	11.293,18		4.567,47	626,87	5.194,34	16.487,52	16.400,00	12.857,19	-3.630,33	-511,32	0,00

Quadro 37 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o feijão irrigado com água subterrânea

Cultura	Feijão		Valor (R\$/kg)	2,38	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	519,90	Nº Anual de Horas Bombeamento		797,4			
Ano	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)			Custo Total	Produtiv. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
	Operações	Insumos	Administra.	Pós-Colheita	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção						
1	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93	23.308,66	2.318,07		25.626,73	32.013,66	4.800,00	8.568,00	-23.445,66	-23.445,66
2	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-763,87
3	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-24.973,39
4	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-25.737,26
5	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-26.501,13
6	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-27.264,99
7	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-28.028,86
8	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-28.792,72
9	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-29.556,59
10	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-30.320,46
11	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93	6.268,66	2.318,07		8.586,73	14.973,66	4.800,00	8.568,00	-6.405,66	-6.405,66
12	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-37.489,98
13	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-38.253,85
14	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-39.017,72
15	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-39.781,58
16	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-40.545,45
17	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-41.309,31
18	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-42.073,18
19	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-42.837,05
20	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-43.600,91
21	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93	6.268,66	2.318,07		8.586,73	14.973,66	4.800,00	8.568,00	-6.405,66	-6.405,66
22	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-50.770,44
23	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-51.534,31
24	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-52.298,17
25	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-53.062,04
26	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-53.825,91
27	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-54.589,77
28	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-55.353,64
29	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-56.117,50
30	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-56.881,37
31	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93	6.268,66	2.318,07		8.586,73	14.973,66	4.800,00	8.568,00	-6.405,66	-6.405,66
32	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-64.050,90
33	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-64.814,76
34	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-65.578,63
35	2.474,61	2.834,64	852,07	225,62	6.386,93		2.318,07	626,87	2.944,93	9.331,87	4.800,00	8.568,00	-763,87	-66.342,50

Quadro 38 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o limão irrigado com água subterrânea

Cultura	Limão		Valor (R\$/kg)	2,09	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	604,10	Nº Anual de Horas Bombeamento			926,5			
Ano	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)				Custo Total	Produtiv. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total						
1	2.574,21	2.197,38	3.590,70	1.951,36	10.313,66	23.308,66	2.693,49		26.002,15	36.315,81		0,00	-36.315,81	-36.315,81	-36.315,81
2	906,08	706,86	1.221,70	1.951,36	4.786,00		2.693,49	626,87	3.320,35	8.106,35		0,00	-8.106,35	-6.345,13	-42.660,94
3	1.268,51	997,28	2.011,37	1.989,77	6.266,92		2.693,49	626,87	3.320,35	9.587,28	4.161,60	6.523,31	-3.063,97	-1.877,22	-44.538,15
4	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	8.323,20	13.046,62	167,46	80,31	-44.457,84
5	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	16.646,40	26.093,23	13.214,08	4.960,17	-39.497,67
6	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	24.969,60	39.139,85	26.260,70	7.715,80	-31.781,87
7	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	33.292,80	52.186,46	39.307,31	9.039,89	-22.741,98
8	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	33.292,80	52.186,46	39.307,31	7.075,84	-15.666,14
9	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	5.210,80	-10.455,34
10	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	4.078,68	-6.376,67
11	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59	6.268,66	2.693,49		8.962,15	20.846,74	33.292,80	52.186,46	31.339,72	2.705,48	-3.671,18
12	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	2.498,90	-1.172,28
13	2.574,21	2.197,38	3.590,70	1.951,36	10.313,66		2.693,49	626,87	3.320,35	13.634,01		0,00	-13.634,01	-721,11	-1.893,39
14	906,08	706,86	1.221,70	1.951,36	4.786,00		2.693,49	626,87	3.320,35	8.106,35		0,00	-8.106,35	-335,60	-2.228,99
15	1.268,51	997,28	2.011,37	1.989,77	6.266,92		2.693,49	626,87	3.320,35	9.587,28	4.161,60	6.523,31	-3.063,97	-99,29	-2.328,28
16	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	8.323,20	13.046,62	167,46	4,25	-2.324,03
17	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	16.646,40	26.093,23	13.214,08	262,35	-2.061,69
18	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	24.969,60	39.139,85	26.260,70	408,09	-1.653,59
19	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	33.292,80	52.186,46	39.307,31	478,13	-1.175,47
20	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	33.292,80	52.186,46	39.307,31	374,25	-801,22
21	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59	6.268,66	2.693,49		8.962,15	20.846,74	33.292,80	52.186,46	31.339,72	233,56	-567,66
22	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	215,72	-351,94
23	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	168,85	-183,08
24	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	132,17	-50,91
25	2.574,21	2.197,38	3.590,70	1.951,36	10.313,66		2.693,49	626,87	3.320,35	13.634,01		0,00	-13.634,01	-38,14	-89,05
26	906,08	706,86	1.221,70	1.951,36	4.786,00		2.693,49	626,87	3.320,35	8.106,35		0,00	-8.106,35	-17,75	-106,80
27	1.268,51	997,28	2.011,37	1.989,77	6.266,92		2.693,49	626,87	3.320,35	9.587,28	4.161,60	6.523,31	-3.063,97	-5,25	-112,05
28	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	8.323,20	13.046,62	167,46	0,22	-111,83
29	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	16.646,40	26.093,23	13.214,08	13,88	-97,95
30	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	24.969,60	39.139,85	26.260,70	21,58	-76,37
31	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80	6.268,66	2.693,49		8.962,15	18.520,95	33.292,80	52.186,46	33.665,52	21,66	-54,71
32	1.618,93	2.471,01	3.290,67	2.178,18	9.558,80		2.693,49	626,87	3.320,35	12.879,15	33.292,80	52.186,46	39.307,31	19,79	-34,92
33	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	14,58	-20,34
34	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	11,41	-8,93
35	1.959,76	3.386,68	4.284,36	2.253,79	11.884,59		2.693,49	626,87	3.320,35	15.204,95	33.292,80	52.186,46	36.981,52	8,93	0,00

Quadro 39 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a manga irrigada com água subterrânea

Cultura	Manga		Valor (R\$/kg)	1,88	% Retorno	75	Lâmina	Anual (mm)	1006,30	Nº Anual de Horas Bombeamento	1543,4				
Ano	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)				Custo Total	Produtiv. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total						
1	1.782,15	1.273,31	3.111,86	2.204,58	8.371,90	23.308,66	4.486,77		27.795,43	36.167,33		0,00	-36.167,33	-36.167,33	-36.167,33
2	2.042,57	769,26	826,87	2.204,58	5.843,29		4.486,77	626,87	5.113,64	10.956,92		0,00	-10.956,92	-8.872,38	-45.039,71
3	2.360,60	1.308,11	1.992,17	2.418,20	8.079,07		4.486,77	626,87	5.113,64	13.192,71	4.161,60	5.867,86	-7.324,85	-4.802,89	-49.842,60
4	2.391,80	1.352,51	2.387,00	2.738,63	8.869,94		4.486,77	626,87	5.113,64	13.983,58	8.323,20	11.735,71	-2.247,86	-1.193,51	-51.036,10
5	2.472,21	1.410,12	3.900,33	3.005,05	10.787,70		4.486,77	626,87	5.113,64	15.901,34	16.646,40	23.471,42	7.570,09	3.254,67	-47.781,43
6	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	24.969,60	35.207,14	18.141,70	6.315,91	-41.465,51
7	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	8.422,73	-33.042,78
8	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	6.820,32	-26.222,47
9	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	5.522,76	-20.699,71
10	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	4.472,06	-16.227,65
11	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80	6.268,66	4.486,77		10.755,43	22.707,23	33.292,80	46.942,85	24.235,62	2.937,45	-13.290,20
12	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	2.932,32	-10.357,88
13	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	2.374,45	-7.983,43
14	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	1.922,71	-6.060,72
15	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	1.556,92	-4.503,80
16	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	1.260,72	-3.243,09
17	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	1.020,87	-2.222,22
18	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	826,65	-1.395,57
19	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	669,38	-726,19
20	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	542,03	-184,16
21	1.782,15	1.273,31	3.111,86	2.204,58	8.371,90	6.268,66	4.486,77		10.755,43	19.127,33		0,00	-19.127,33	-280,99	-465,15
22	2.042,57	769,26	826,87	2.204,58	5.843,29		4.486,77	626,87	5.113,64	10.956,92		0,00	-10.956,92	-130,34	-595,49
23	2.360,60	1.308,11	1.992,17	2.418,20	8.079,07		4.486,77	626,87	5.113,64	13.192,71	4.161,60	5.867,86	-7.324,85	-70,56	-666,04
24	2.391,80	1.352,51	2.387,00	2.738,63	8.869,94		4.486,77	626,87	5.113,64	13.983,58	8.323,20	11.735,71	-2.247,86	-17,53	-683,58
25	2.472,21	1.410,12	3.900,33	3.005,05	10.787,70		4.486,77	626,87	5.113,64	15.901,34	16.646,40	23.471,42	7.570,09	47,81	-635,76
26	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	24.969,60	35.207,14	18.141,70	92,78	-542,98
27	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	123,73	-419,25
28	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	100,19	-319,05
29	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	81,13	-237,92
30	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	65,70	-172,23
31	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80	6.268,66	4.486,77		10.755,43	22.707,23	33.292,80	46.942,85	24.235,62	43,15	-129,08
32	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	43,08	-86,00
33	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	34,88	-51,12
34	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	28,25	-22,87
35	2.555,01	1.530,13	4.326,36	3.540,30	11.951,80		4.486,77	626,87	5.113,64	17.065,43	33.292,80	46.942,85	29.877,42	22,87	0,00

Quadro 40 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a melancia irrigada com água subterrânea

Cultura	Melancia	Valor (R\$/kg)	0,76	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	545,80	Nº Anual de Horas Bombeamento	837,1									
Ano	TIR = 65,70%							Custo Total	Produtivi. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL					
	Custos com o Cultivo (R\$/ha)				Custo com a Irrigação (R\$/ha)													
Operações	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total											
1	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05	23.308,66	2.433,55		25.742,21	45.594,26	56.000,00	31.920,00	-13.674,26	-13.674,26					
2	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	5.436,14					
3	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	3.280,76					
4	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-4.957,36					
5	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	1.979,97					
6	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-2.977,39					
7	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-1.782,45					
8	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	721,16					
9	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-1.061,30					
10	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-626,07					
11	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05	6.268,66	2.433,55		8.702,21	28.554,26	56.000,00	31.920,00	3.365,74	21,57					
12	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	34,84					
13	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-31,77					
14	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	12,69					
15	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-19,08					
16	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-11,42					
17	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	4,62					
18	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-6,80					
19	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	2,79					
20	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-2,33					
21	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05	6.268,66	2.433,55		8.702,21	28.554,26	56.000,00	31.920,00	3.365,74	1,68					
22	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,02					
23	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-0,34					
24	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,13					
25	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-0,20					
26	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,08					
27	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-0,12					
28	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,05					
29	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	-0,07					
30	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,03					
31	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05	6.268,66	2.433,55		8.702,21	28.554,26	56.000,00	31.920,00	3.365,74	0,00					
32	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,00					
33	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,00					
34	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,00					
35	8.230,29	5.441,25	6.180,52	19.852,05		2.433,55	626,87	3.060,41	22.912,47	56.000,00	31.920,00	9.007,53	0,00					

Quadro 41 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para o milho irrigado com água subterrânea

Cultura	Milho	Valor (R\$/kg)	0,66	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	582,20	Nº Anual de Horas Bombeamento	892,9				
Ano	TIR = 0,00%									Atualização	VPL		
	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)				Custo Total	Produtivi. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa
	Operações	Insumos	Administra.	Pós-Colheita	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total				
1	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84	23.308,66	2.595,84		25.904,50	30.920,35	15.600,00	7.722,00	-23.198,35
2	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
3	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
4	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
5	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
6	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
7	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
8	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
9	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
10	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
11	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84	6.268,66	2.595,84		8.864,50	13.880,35	15.600,00	7.722,00	-6.158,35
12	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
13	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
14	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
15	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
16	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
17	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
18	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
19	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
20	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
21	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84	6.268,66	2.595,84		8.864,50	13.880,35	15.600,00	7.722,00	-6.158,35
22	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
23	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
24	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
25	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
26	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
27	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
28	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
29	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
30	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
31	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84	6.268,66	2.595,84		8.864,50	13.880,35	15.600,00	7.722,00	-6.158,35
32	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
33	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
34	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55
35	780,40	3.076,05	295,39	864,00	5.015,84		2.595,84	626,87	3.222,71	8.238,55	15.600,00	7.722,00	-516,55

Quadro 42 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a uva irrigada com água subterrânea

Cultura	Uva		Valor (R\$/kg)	10,07	% Retorno	75	Lâmina Anual (mm)	511,10	Nº Anual de Horas Bombeamento		783,9				
Ano	Custos com o Cultivo (R\$/ha)					Custo com a Irrigação (R\$/ha)				Custo Total	Produtivi. (kg/ha)	Produção (R\$/ha)	Fluxo de Caixa	Atualização	VPL
	Operação Mecaniz.	Operações Manuais	Insumos	Administra.	Sub-total	Infraestrut.	Energia Elétrica	Manutenção	Sub-total						
1	2.799,83	10.568,08	82.672,20	6.589,75	102.629,86	23.308,66	2.278,83		25.587,49	128.217,36		0,00	-128.217,36	-128.217,36	-128.217,36
2	9.808,42	7.812,65	3.130,18	3.212,67	23.963,92		2.278,83	626,87	2.905,70	26.869,62	18.000,00	135.945,00	109.075,38	51.178,30	-77.039,06
3	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	40.913,57	-36.125,48
4	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	19.196,70	-16.928,78
5	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	9.007,11	-7.921,67
6	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	4.226,15	-3.695,52
7	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	1.982,91	-1.712,61
8	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	930,39	-782,22
9	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	436,54	-345,68
10	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	204,82	-140,86
11	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02	6.268,66	2.278,83		8.547,49	31.267,51	28.000,00	211.470,00	180.202,49	93,19	-47,67
12	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	45,09	-2,58
13	2.799,83	10.568,08	82.672,20	6.589,75	102.629,86		2.278,83	626,87	2.905,70	105.535,56		0,00	-105.535,56	-12,01	-14,60
14	9.808,42	7.812,65	3.130,18	3.212,67	23.963,92		2.278,83	626,87	2.905,70	26.869,62	18.000,00	135.945,00	109.075,38	5,83	-8,77
15	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	4,66	-4,11
16	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	2,19	-1,93
17	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	1,03	-0,90
18	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,48	-0,42
19	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,23	-0,19
20	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,11	-0,09
21	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02	6.268,66	2.278,83		8.547,49	31.267,51	28.000,00	211.470,00	180.202,49	0,05	-0,04
22	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,02	-0,02
23	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,01	-0,01
24	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,01	0,00
25	2.799,83	10.568,08	82.672,20	6.589,75	102.629,86		2.278,83	626,87	2.905,70	105.535,56		0,00	-105.535,56	0,00	0,00
26	9.808,42	7.812,65	3.130,18	3.212,67	23.963,92		2.278,83	626,87	2.905,70	26.869,62	18.000,00	135.945,00	109.075,38	0,00	0,00
27	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,00	0,00
28	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,00	0,00
29	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,00	0,00
30	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,00	0,00
31	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02	6.268,66	2.278,83		8.547,49	31.267,51	28.000,00	211.470,00	180.202,49	0,00	0,00
32	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,00	0,00
33	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,00	0,00
34	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,00	0,00
35	10.112,04	5.762,88	3.056,38	3.788,72	22.720,02		2.278,83	626,87	2.905,70	25.625,71	28.000,00	211.470,00	185.844,29	0,00	0,00

7.4.2 Determinação do Payback

Como discutido no item 5.3.1, o Payback Efetivo (PbE) representa o tempo necessário para que o fluxo de caixa acumulado se iguale ao investimento inicial. Comparando com o exposto no item 5.3.2, conclui-se que o PbE corresponde ao tempo necessário para que o valor presente líquido (VPL) se iguale a zero, considerando a taxa de retorno adotada.

Para o seu cálculo foi utilizada uma planilha Excel semelhante à do item anterior, sendo considerado como o Payback Efetivo o número de anos em que o VPL se tornou exatamente igual a zero ou, o que é mais comum, o primeiro ano em que o mesmo se tornou positivo. A taxa de desconto considerada foi de 12% ao ano, conforme discutido anteriormente.

O Quadro 43 resume os valores obtidos por cultura e por fonte hídrica, enquanto o Quadro 44 demonstra como é feito o cálculo detalhado para o coco irrigado. Ressalta-se que, para empreendimentos com baixo retorno econômico, não é possível zerar ou tornar o VPL positivo, demonstrando a inviabilidade econômica do investimento. É o caso dos cultivos com irrigação por água subterrânea: banana, coco, feijão e milho.

Quadro 43 – Payback Efetivo (PbE) por cultivo e fonte hídrica (anos)

Cultivo	Água Superficial	Água Subterrânea
Banana	4	Inviável
Coco	13	Inviável
Feijão	6	Inviável
Limão	6	8
Manga	7	10
Melancia	1	4
Milho	4	Inviável
Uva	3	3
Média	6	6
Mínimo	1	3
Máximo	13	10

Quadro 44 – Cálculo do Payback Efetivo do coco irrigado com água superficial

Como pode ser observado, o Payback Efetivo médio é igual para as duas fontes hídricas, 6 anos. Para a água superficial, o maior valor, 13 anos, corresponde ao cultivo de coco, enquanto o valor máximo para a água subterrânea é de 10 anos, correspondente ao cultivo de manga.

7.5 Definição dos Critérios de Concessão da Outorga por Zona

Avaliando-se os valores de TRI e PbE percebe-se um grande potencial de desenvolvimento econômico da bacia do rio Uruçuí Preto. É inegável, entretanto, que tal desenvolvimento está diretamente relacionado ao uso racional e eficiente dos recursos hídricos disponíveis, sejam eles superficiais, no vale, ou subterrâneos, nas chapadas.

É claro também que a avaliação econômica realizada apresenta uma série de limitações que devem ser consideradas ao se propor um modelo de gestão de recursos hídricos baseados, também, na matriz econômica, especialmente no que diz respeito à alta variabilidade dos preços dos produtos no mercado, dependentes de uma grande variedade de fatores que não podem ser adequadamente representados, com a variabilidade climática, a oferta e a demanda futuras, bem como a evolução das condições macroeconômicas e do preço dos diversos insumos envolvidos nos processos produtivos.

Deve-se ter cuidado, ainda, de permitir a diversificação dos investimentos na área, o que daria maior poder à região de atravessar as eventuais crises econômicas setoriais que possam ocorrer.

Assim, optou-se por definir um valor mínimo referencial para a Taxa Interna de Retorno dos empreendimentos por zona, bem como um valor desejável, em função do potencial identificado nos itens anteriores. Para evitar distorções, optou-se por desconsiderar em tal cálculo os valores de TIR superiores a 100%, tendo em vista a grande dificuldade de efetivamente se alcançar tais valores comercialmente.

Assim, desconsiderando as taxas obtidas para o cultivo de melancia irrigada com água superficial e o cultivo da uva, tanto para a fonte hídrica superficial quanto subterrânea, tem-se que:

- ✓ A TIR média para a irrigação superficial seria de 37,13% ao ano;
- ✓ A TIR média para a irrigação subterrânea seria de 33,35% ao ano.

Em relação ao Payback, foi visto no item anterior que seu valor médio é de 6 anos, independente do tipo de manancial, e o máximo geral de 13 anos.

Partindo-se de tais premissas, sugere-se a seguinte sistemática de gerenciamento dos recursos hídricos da bacia sob o ponto de vista da Outorga de Direito de Uso:

7.5.1 Zona de Consolidação

Esta zona que abrange a região alta da bacia, a fonte hídrica é subterrânea. Tendo em vista que a renovação deste recurso é bem mais lenta que os superficiais, tem caráter muito mais estratégico, devendo sua utilização ser justificada por maior retorno à sociedade, seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista social.

Excluindo-se as pequenas captações e o uso prioritário para abastecimento humano e dessedentação animal, a utilização da água deve ser justificada por um adequado retorno econômico.

Considerando o processo gradual de ocupação da área, sugere-se, portanto, os seguintes critérios:

- ✓ Enquanto o consumo de água na área abrangida pela zona não atingir o percentual de 50% dos recursos explotáveis identificados no item 6.7.1, 45,1 hm^3/ano ou 1.430 L/s, a TIR exigida para a emissão da outorga será de 23,49%, menor valor viável obtido no item 7.4.1;
- ✓ Quando o consumo superar o valor de 22,55 hm^3 ao ano (ou uma vazão total de 715 L/s), a TIR mínima para obtenção da outorga aumentará para 33,35%, valor médio calculado no item anterior.

Assim, à medida que o recurso for se tornando escasso, maior deve ser a justificativa econômica para a sua utilização.

Quanto ao prazo para emissão da outorga, este deve ser suficiente para garantir ao empreendedor a chance de recuperar o investimento. Considerando os valores de PbE identificados, sugere-se que o prazo mínimo para a concessão da outorga seja de 20 anos, dobro do valor máximo obtido, conforme demonstrado no Quadro 42.

7.5.2 Zona de Consolidação/Recuperação

A Zona, por abranger a totalidade dos vales do rio Uruçuí Preto e afluentes, apresenta como principal manancial a água superficial, com potencial de uso bem superior ao recurso subterrâneo.

Para esta Zona também se sugere a aplicação de dois valores referenciais, a medida que for crescendo o uso da água na bacia:

- ✓ Enquanto o consumo de água na região não atingir o percentual de 50% da disponibilidade hídrica superficial, que corresponde a 25.230 L/s ou 795,65 hm³/ano, a TIR mínima a ser exigida para a concessão da Outorga de Uso será de 18,42%;
- ✓ Quando o consumo superar o valor de 397,83 hm³ ao ano (ou uma vazão total de 12.650 L/s), a TIR mínima para obtenção da outorga aumentará para 37,13%.

Em relação ao prazo para emissão da outorga, sugere-se a adoção do mesmo prazo definido para a água subterrânea, 20 anos, tendo em vista que o maior PbE obtido para este tipo de manancial foi de 13 anos (Quadro 42).

7.5.3 Zona de Recuperação

Como discutido na introdução do Capítulo 7, esta Zona apresenta grande vulnerabilidade natural e a inaptidão agrícola, inclusive para pastagens. Assim, o uso econômico da água deve ser atrelado a uma taxa de retorno que justifique o investimento inicial. Considerando as condições econômicas brasileiras, sugere-se o uso do valor “padrão” de 12% ao ano como a TIR mínima para a concessão da Outorga de Uso, afora para aqueles enquadrados como prioritários (abastecimento humano e dessedentação animal).

Tendo em vista o maior risco econômico dos empreendimentos, sugere-se como prazo de referência para a emissão da concessão o valor atualmente adotado de 35 anos.

As figuras 23 e 24 apresentam espacialmente os critérios adotados.

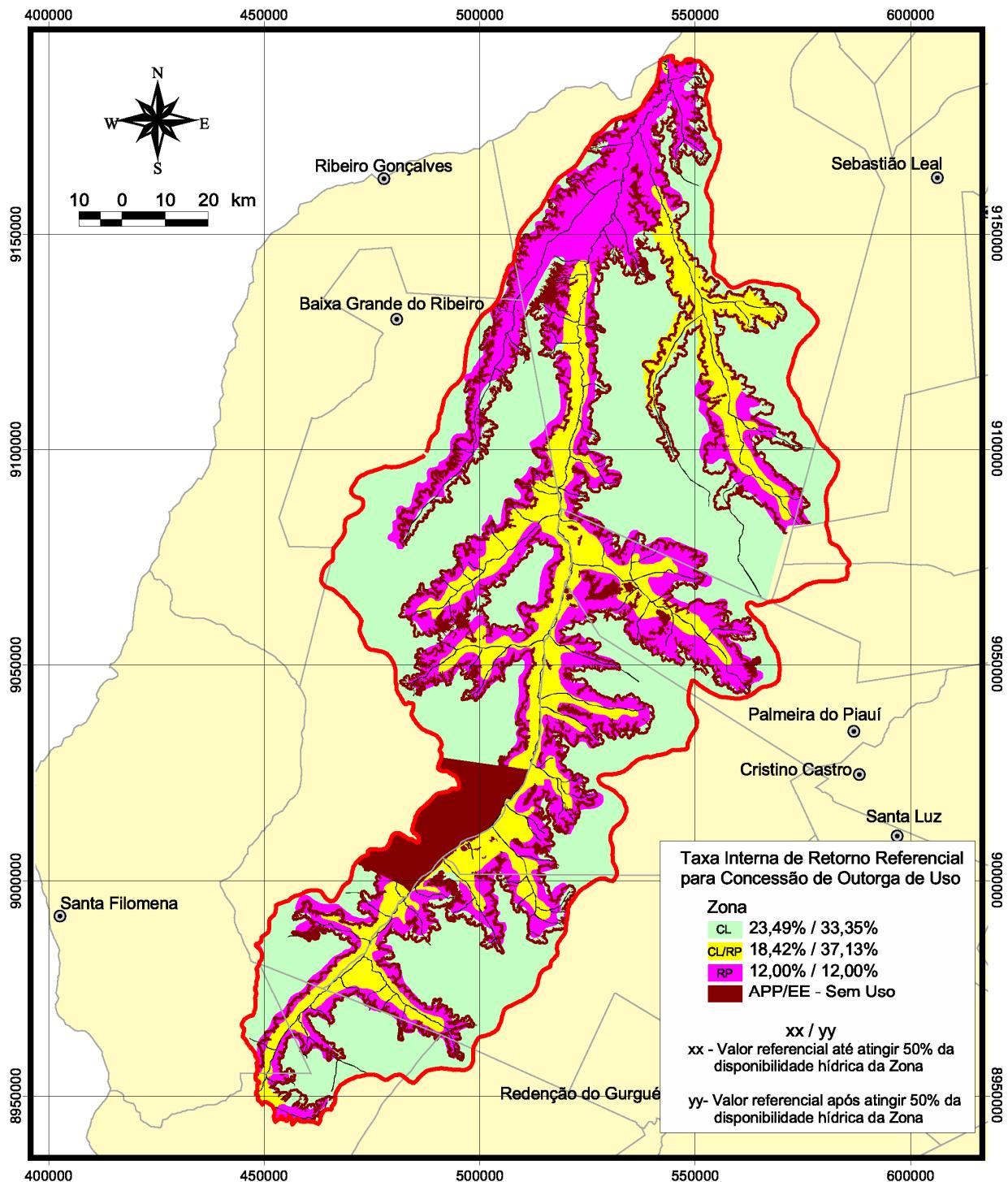


Figura 23 – Taxa Interna de Retorno (TIR) referencial para a concessão de Outorga de Direito de Uso por Zona.

Obs.: APP – Área de Preservação Permanente; EE – Estação Ecológica.

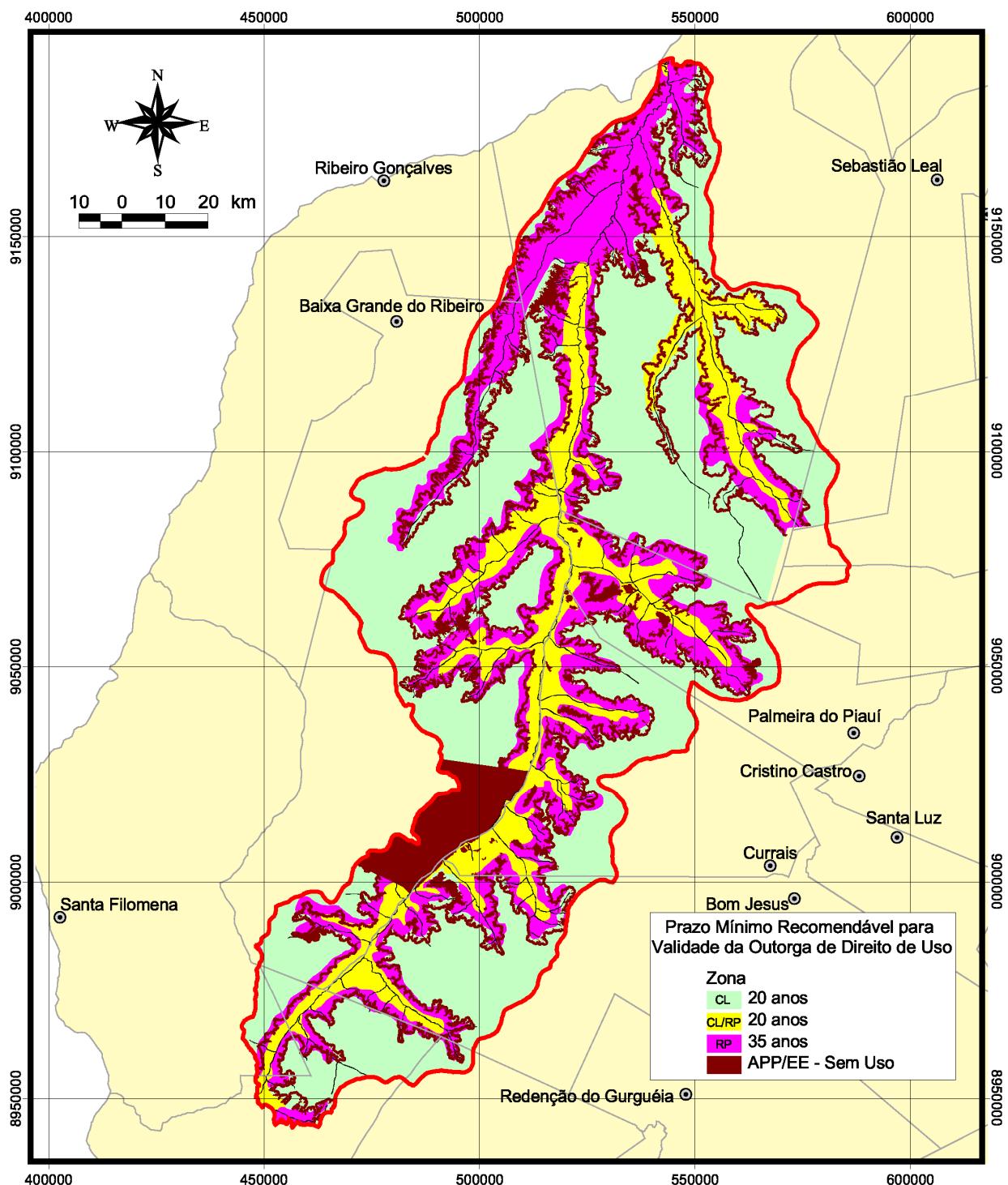


Figura 24 – Prazo de validade referencial para a Outorga de Direito de Uso por Zona.

Obs.: APP – Área de Preservação Permanente; EE – Estação Ecológica.

Quadro 45 - Critérios de Concessão da Outorga por Zona

Zonas	TIR (disponibilidad e hídrica > 50%)	TIR (disponibilidad e hídrica < 50%)	Prazo Mínimo de Outorga (anos)	Características
CL	23.49%	33.35%	20	Região alta da bacia sendo a fonte hídrica subterrânea. Excluindo-se as pequenas captações e o uso prioritário, a utilização da água deve ser justificada por um adequado retorno econômico.
CL/RP	18.42%	37.13%	20	Região que abrange a totalidade dos vales do rio Uruçuí Preto e afluentes e apresenta como principal manancial a água superficial.
RP	12%	12%	35	Região apresenta grande vulnerabilidade natural e a inaptidão agrícola.
APP/EE	Sem Uso	Sem Uso	-	Áreas de proteção ambiental e estação ecológica.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta etapa do projeto foram retomadas questões já levantadas durante todo o texto e serão feitas considerações à luz dos resultados nele obtidos, em especial às propostas contidas nos objetivos.

Como foco da pesquisa teve-se a gestão dos recursos hídricos e foi escolhido o instrumento que se julga ser o mais importante para tal pleito, a Outorga de Direito de Uso, descrita pela Agência Nacional de Águas como: *“o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato administrativo”*. Além de permitir o controle sobre o uso da água e o conhecimento sobre os usuários, a Outorga também é uma garantia para estes últimos, já que assegura o fornecimento regular da água para atendimento de suas demandas com uma grande garantia de ocorrência.

Porém a única indicação não quantitativa para a concessão da outorga, segundo a legislação brasileira, refere-se aos usos prioritários definidos no Plano de Bacia. Tal instrumento constitui-se em um plano norteador do uso da água na unidade hidrológica, sendo construído a partir de um amplo diagnóstico que considera diversos critérios, desde as características socioeconômicas, passando pela identificação das potencialidades, disponibilidades e demandas hídricas e aspectos ambientais para a conservação dos seus recursos hídricos.

Apesar de sua importância como instrumentos de planejamento, poucas bacias brasileiras dispõem de um Plano de Bacia.

O objetivo geral do presente estudo foi elaborar uma metodologia que permitisse incorporar critérios econômicos ao processo de análise para concessão da Outorga de Uso de recursos hídricos, tendo como base o Zoneamento Ecológico Econômico.

As conclusões serão apresentadas seguindo a ordem a partir dos objetivos específicos em direção ao objetivo geral.

8.1 Quanto aos Objetivos Específicos

- a) Caracterizar o processo de concessão da Outorga de Uso de recursos hídricos considerando o embasamento legal e os critérios analisados.

Viu-se que o Estado deve exercer esse domínio balizado por políticas públicas de gestão de recursos hídricos, que devem ser discutidas, promulgadas e implementadas com a participação da sociedade, de acordo com o que dispõem as políticas desse recurso. Segundo Freitas et al. (2001), as condições de acesso aos recursos hídricos se dão através de uma boa gestão e de adequado processo político, ações do Poder Público em uso de suas atribuições legais.

Ainda que a grande maioria dos estudos sobre critérios de concessão de outorga se debrucem sobre aspectos quantitativos, como vazão de referência e limite máximo das disponibilidades hídricas que podem ser outorgados, e qualitativos, concentrando-se em limites máximos de assimilação de poluentes pelos corpos hídricos, poucos estudos foram desenvolvidos tentando levar em conta critérios econômicos no processo de análise distribuição da água entre usuários ou no próprio processo de outorga.

Tal situação se reflete no procedimento adotado pelos órgãos gestores, que trabalham com o balanço hídrico quantitativo e, eventualmente o qualitativo, distribuindo a água de acordo com sequência temporal das solicitações de uso.

Esse procedimento, entretanto, pode levar a uma má distribuição da água ao permitir que empreendimentos sem grande capacidade de retorno socioeconômicos recebam a concessão de uso por um período longo, eventualmente impedindo a implantação ou diminuindo a atuação de outros empreendimentos mais rentáveis à sociedade ao utilizarem o bem público água em seus processos produtivos.

- b) Descrever os critérios utilizados para a elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico, e, em especial, o ZEE-Cerrados/PI.

O Zoneamento foi baseado em um diagnóstico participativo e na análise de dados secundários e colhidos em campo. Para os estudos das condições climáticas foram utilizados dados das estações existentes na área de estudo que foram

trabalhados a fim de gerar uma classificação climática de cada município; os estudos socioeconômicos foram trabalhados através de dados de órgão estatísticos, especialmente do IBGE, enquanto para a caracterização ambiental foram utilizados dados já produzidos por outras fontes, adaptados e trabalhados em nível local. As atualizações dos dados ambientais e o detalhamento por município foram baseadas em técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, sendo a principal metodologia utilizada foi a geossistêmica. Para a aptidão agrícola e capacidade de uso dos solos foram utilizados dados e levantamentos feitos pela EMBRAPA, e atualização do uso da terra, com base em imagens de satélite recentes, com cobertura de nuvens abaixo de 10%, disponíveis no site do INPE. Por fim, a potencialidade extrativista associada às fitofisionomias, realizada através do manual de fitogeografia do IBGE, foi avaliada a partir do levantamento dos tipos de vegetação original e atual existentes na região e identificação do seu potencial extrativista.

As zonas foram reclassificadas de acordo com uma matriz gerada de acordo com a avaliação analítica do resultado da síntese dos estudos, criando áreas produtivas, críticas ou binômios representativos das características dominantes e complementares das áreas, conforme metodologia proposta por Becker & Egler (1997).

Além das zonas criadas com o cruzamento das vulnerabilidades e potencialidades, foram sobrepostas zonas de interesse à proteção ambiental, como as Áreas de Preservação Permanente; Áreas de Proteção das Encostas e; Unidades de Conservação.

Com relação às zonas estabelecida, critica-se apenas o fato do ZEE ter trabalhado com o mapa de solos da região formulado pela Embrapa na escala 1:1.000.000, bem menos preciso que o elaborado no Estudo de Viabilidade Hidroagrícola do Vale do Rio Uruçuí Preto, cuja escala de apresentação foi 1:100.000.

- c) Identificar e caracterizar as vocações agrícolas atribuídas às zonas de utilização do solo indicados no ZEE-Cerrados/PI, com ênfase na viabilidade econômica.

COMDEPI (2002), alegando partir da experiência de outros projetos públicos de irrigação no Nordeste e das características pedológicas, socioeconômicas e hídricas do vale do rio Uruçuí Preto, optou por selecionar as seguintes culturas para avaliação da viabilidade de utilização da área para agricultura irrigada: feijão, milho e melancia como culturas de ciclo curto; a banana e forrageiras como culturas de ciclo médio; e o coco, o limão, a manga e a uva como culturas permanentes.

No presente projeto, optou-se por trabalhar com as culturas propostas no Estudo de Viabilidade Hidroagrícola (COMDEPI, 2002), com exceção das pastagens. O uso da irrigação permitiria uma segunda safra anual para as culturas de ciclo curto, milho, feijão e melancia, e viabilidade dos cultivos da banana, coco, limão, manga e a uva.

A avaliação econômica foi conduzida de duas formas: avaliou-se a Taxa Interna de Retorno (TIR) do cultivo de cada uma das variedades definidas considerando o período de 35 anos, tempo máximo de validade da Outorga de Uso concedida pelo Estado do Piauí, discriminando-se por fonte hídrica da irrigação, superficial ou subterrânea; determinou-se o Payback Efetivo (PbE) de cada cultivo considerado a fonte hídrica para uma taxa de desconto de 12% (COMDEPI, 2002), buscando-se identificar o tempo mínimo de concessão da Outorga de Uso para viabilizar o empreendimento.

Ao analisar os valores de TRI e PbE percebeu-se um grande potencial de desenvolvimento econômico da bacia do rio Uruçuí Preto a partir do cultivo irrigado, com destaque para a fruticultura, em especial a melancia e a uva.

Identificou-se que a fonte hídrica superficial, mais abundante no vale, garante maior retorno econômico, enquanto a irrigação nas áreas mais altas da bacia, onde a fonte hídrica é obrigatoriamente subterrânea, apresenta viabilidade apenas para as culturas de maior valor agregado, como é o caso da melancia, do limão, da manga, e, especialmente, da uva.

d) Caracterizar a bacia do Rio Uruçuí Preto, contrapondo as informações dos estudos específicos de recursos hídricos e uso agrícola com o ZEE-Cerrados/PI.

A caracterização da bacia do Rio Uruçuí Preto foi exaustivamente trabalhada sendo que a pesquisa se deu por meio de diversas publicações técnicas e científicas

e em entidades participantes do Sistema Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, além de aplicação de metodologias consagradas, onde como produto foram apresentados para a bacia: mapa geológico; mapa pedológico; mapa de vegetação; profundidade do nível estático do sistema aquífero Poti/Piauí na bacia; mapa hidrográfico da bacia do rio Uruçuí Preto; mapa de disponibilidade hídrica (vazão Q90) para os principais cursos d'água da bacia; e Mapa do Zoneamento Ecológico Econômico da bacia do rio Uruçuí Preto; todos produzidos ou adaptados pelo autor. Além de informações climatológicas, pedológicas e sobre a vegetação, de grande relevância para a conclusão deste trabalho e como referência para futuras pesquisas.

- e) Identificar critérios mínimos de viabilidade econômica a serem apresentados por um empreendimento consumidor de água em função dos usos potenciais indicativos da zona onde o mesmo estará localizado.

Foi sugerida uma sistemática de gerenciamento dos recursos hídricos da bacia sob o ponto de vista da Outorga de Direito de Uso, levando-se em consideração a zona de abrangência da região e a fonte hídrica a ser utilizada.

Em resumo, para Zona de Consolidação, onde a fonte hídrica é subterrânea, sugere-se que, enquanto não houver a ativação de 50% dos recursos explotáveis (cujo total corresponde a 45,1 hm³/ano ou 1.430 L/s), a TIR exigida para a emissão da outorga seja de 23,49%. Quando o nível de consumo d'água na bacia ultrapassar 22,55 hm³ ao ano (ou uma vazão total de 715 L/s), a TIR mínima para obtenção da outorga aumentará para 33,35%. Quanto ao prazo para emissão da outorga, considerando os valores de PbE identificados, sugere-se prazo mínimo de 20 anos.

A Zona de Consolidação/Recuperação apresenta como principal manancial a água superficial, de acesso menos oneroso. Para o percentual de até 50% da disponibilidade hídrica superficial, cujo valor total corresponde a 25.230 L/s ou 795,65 hm³/ano, a TIR mínima deverá ser de 18,42%; ao se superar o valor de 397,83 hm³ ao ano (ou uma vazão total de 12.650 L/s), a TIR mínima deverá ser aumentada para 37,13%. Em relação ao prazo para emissão da outorga, foi sugerido o prazo mínimo de 20 anos, tendo em vista que o maior Payback Efetivo obtido para este tipo de manancial foi de 13 anos.

Já a Zona de Recuperação apresenta grande vulnerabilidade natural e a inaptidão agrícola. Assim, o uso econômico da água deve ser atrelado a uma taxa de retorno que justifique o investimento inicial. Considerando as condições econômicas brasileiras, sugere-se o uso do valor “padrão” de 12% ao ano como a TIR mínima para a concessão da Outorga de Uso, afora para aqueles enquadrados como prioritários (abastecimento humano e dessedentação animal). Tendo em vista o maior risco econômico dos empreendimentos, sugere-se como prazo de validade a ser considerado na emissão da Outorga de Uso o valor atualmente adotado de 35 anos.

8.2 Quanto ao Objetivo Geral

O objetivo geral do presente estudo é elaborar uma metodologia que incorpore critérios econômicos ao processo de análise para concessão da Outorga de Uso de recursos hídricos, tendo como base o Zoneamento Ecológico Econômico.

O grande mérito deste trabalho é discutir e apontar soluções para a grave deficiência atual do processo de concessão da Outorga de Direito de Uso, base dos sistemas nacional e estaduais de gerenciamento de recurso hídricos, ao permitir que usos menos viáveis do ponto de vista econômico recebam a concessão do uso da água por um grande período de tempo apenas por ter chegado primeiro na bacia, fato que pode inviabilizar a instalação de outros empreendimentos com maior potencial econômico, ou pode até impedir a mudança na matriz econômica da região.

É possível afirmar que o objetivo geral almejado por este trabalho foi plenamente alcançado ao se construir uma base metodológica com critérios econômicos a serem considerados ao processo de análise para concessão de Outorga de Direito de Uso que é de fácil aplicação e internalização, na busca pela identificação da melhor forma de distribuir a água entre os múltiplos usuários, almejando o uso racional da água e a maximização dos benefícios advindos de tal utilização.

A consulta ao Zoneamento Ecológico Econômico permite identificar quais os usos mais apropriados para área em estudo sobre o ponto de vista da adequação às limitações/potencialidades locais, enquanto a avaliação a viabilidade econômica por

meio da Taxa Interna de Retorno possibilita a apropriação de um rendimento econômico mínimo a ser buscado a partir do manejo do bem público e escasso que é a água, enquanto o cálculo do Payback Médio pode ser utilizado como diretriz para a definição do prazo de validade da Outorga.

Usar adequadamente a água é condição básica para se alcançar o pleno desenvolvimento de uma região e o consequente bem estar de toda a sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABREU FILHO, José C. F. *Análise de Projetos*. MBA em Gestão Financeira, Contabilidade e Auditoria. Rio de Janeiro: FGV/ISAE, 2003.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil*. Brasília/DF, 2005.
- ARNÉZ, Fábio A. *Análise de Critérios de Outorga do Uso da Água na Bacia do Rio Santa Maria, RS*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- BALTAR, Alexandre M. *Sistema de Apoio à Decisão para Avaliação Econômica da Alocação de Recursos Hídricos: Aplicação à Bacia da Barragem do Rio Descoberto*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2001.
- BARBOSA, Roberta L. *Outorga Hídrica sob a Ótica da Análise Multicriterial - Estudo de Caso: Reservatório Coremas-Mãe d'Água – PB*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2008.
- BASTOS, Cláudio A. *Dicionário Histórico e Geográfico do Estado do Piauí*. Teresina, Fundação Cultural Monsenhor Chaves-PMT, 1994.
- BEDOYA, Daniel M. V.; OSAKI, Mauro; OZAKI, Paulo M.; CARVALHO, Thiago B. *Estudo de Viabilidade Econômica na Implantação dos Sistemas Integração Lavoura-Pecuária, Silvopastoril e Intensificação de Pastagem em Propriedades de Pecuária de Corte*. Piracicaba, Centro de Pesquisas em Economia Aplicada – CEPEA/ESALQ, 2012.
- BLANCO, Flávio F.; MACHADO, Carmello C.; COELHO, Rubens D.; FOLEGATTI, Marcos V. Viabilidade Econômica da Irrigação da Manga para o Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, n.1, p.153-159, 2004. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.
- CAROLO, Fabiana. *Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos: Instrumento Para o Desenvolvimento Sustentável? Estudo das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2007.
- COELHO, Eugênio F.; COELHO Fº, Maurício A.; OLIVEIRA, Sizernando L. *Agricultura Irrigada: Eficiência de Irrigação e de Uso de Água*. Revista Bahia Agrícola, Salvador, v.7, nº 1, p.57-60, 2005.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO PIAUÍ – COMDEPI. Estudo de Viabilidade para Aproveitamento Hidro-Agrícola do Vale do Rio Uruçuí Preto. Teresina, 2002. 8 vol.
- DACACH, Nelson G. *Sistemas Urbanos de Água*. Rio de Janeiro, LTC, 1979. 2a ed.
- DANTAS, Marcos M. *O Zoneamento Ecológico Econômico como Instrumento de Desenvolvimento do Estado de Roraima*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.
- KOGLER, Éderson V.; CAMARGO, Janine T.; OLIVEIRA, Adilson J.; FIGUEIREDO, Cícero C. *Estudo da Viabilidade Econômica do Cultivo da Banana Irrigado por Microaspersão em Bom Jesus da Lapa*. Anais do XLV CONGRESSO DA SOBER, Londrina/PR, julho de 2007.

FERREIRA, Vera J. R. *Avaliação do ZEE no Município do Rio de Janeiro como Ferramenta para a Gestão Territorial Integrada e Desenvolvimento Sustentável*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

FERNANDES, Roberto J. A. R. *Instrumentos para a Avaliação da Sustentabilidade Hídrica em Regiões Semi-Áridas*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2002.

FRANÇA, Francisco M. C.; HOLANDA Jr. Evandro V.; SOUSA NETO, Jaime M. *Modelo de Exploração de Ovinos e Caprinos para Agricultores Familiares do Semiárido por Meio do Sistema Agrossilvipastoril*. Disponível em: http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/modelo_exploracao_agrosilvipastoril_ov_cap.pdf Acesso em 15/08/2013.

FRANTZ, Letícia C. *O Processo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos Superficiais no Rio Grande do Sul: Contribuições para o Aprimoramento*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

FRIZZONE, José A. Os Métodos de Irrigação. Texto digital disponível em <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/Texto%20complementar-Metodos%20de%20Irrigacao.pdf> acessado em outubro de 2014.

GOMES, Heber P. *Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos Sistemas Pressurizados, Aspersão e Gotejamento*. Campina Grande, UFPB, 2009. 3ed. 412p.

HAACK, Sheyla C. Avaliação Técnica e Econômica para Aproveitamento da Biomassa Caprina em Biodigestores no Semi-Árido Baiano. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Ciências Econômicas, 2009.

LEÃO, Josélia de C. *Metodologia para Outorga de Uso das Águas Reservadas em Regiões Semi-Áridas Aplicada à Bacia do Canindé-Pi*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Piauí, 2008.

MACHADO, Bruno G. F. Análise Econômica Aplicada à Decisão sobre Alocação de Água Entre os usos Irrigação e Produção de Energia Elétrica: o Caso da Bacia do Rio Preto. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2009.

MARTINEZ, C.B.; LOPES, K.G.O.; COELHO, M.M.L.P. (2009). "Impacto da evolução da perda de carga na geração de PCHs" in Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, Nov. 2009.

LIMA, Julião S. S.; SILVA, Samuel A.; OLIVEIRA, Rone B.; CECÍLIO, Roberto A.; XAVIER, Alexandre C. *Variabilidade Temporal da Precipitação Mensal em Alegre – ES*. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.39, n.2, p.327-332, 2008.

MELLO, Jorge L. P.; SILVA, Leonardo D. B. *Irrigação*. UFRRJ, 2009.

MENDES, Ludimilson A. *Análise dos Critérios de Outorga de Direito de Usos Consuntivos dos Recursos Hídrico Baseados em Vazões Mínimas e em Vazões de Permanência*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Programa ZEE: Diretrizes Metodológicas para o ZEE do Território Nacional. 3^a Ed. Brasília/DF, 2006.

MÜLLER, Ingrid I. *Proposta de Uma Metodologia de Cobrança pelo Uso da Água para o Setor Hidrelétrico: Avaliação das Vazões Indisponibilizadas por Usinas Hidrelétricas em*

Bacias Hidrográficas. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2009.

MURTA, Rogério M.; TEODORO, Sônia M.; BONOMO, Paulo; CHAVES, Modesto A. *Precipitação Pluvial Mensal em Níveis de Probabilidade pela Distribuição Gama para Duas Localidades do Sudoeste da Bahia.* Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.29, n.5, p.988-994, 2005.

OLIVEIRA, Luiz Cunha; *Da Montante à Jusante: A Água como Elemento de Conflito em Açudes do Espaço Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú – Semi-Árido de Pernambuco.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

PANTE, André R. *Aplicação de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paranhana.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

PAZ, Vital P. *Irrigação por Aspersão.* Notas de Aula AGR 182 – Irrigação e Drenagem, Escola de Agronomia - UFPBA, sem data. 31p.

PEREIRA, Antonio R. *Simplificado o Balanço Hídrico de Thornthwaite-Mather.* http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052005000200019&script=sci_arttext. 2005. Acessado em dezembro de 2007.

PINHEIRO, Luiz F. L. *Análise de Viabilidade Econômica de Uma Instituição de Ensino Superior Privada: Caso FACIAGRA em Patos de Minas.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

PORTO, Rodrigo M. *Hidráulica Básica.* São Carlos, EESC/USP, 2006. 4ed. 540p.

RIBEIRO, Sabina C.; CHAVES, Henrique M. L.; JACOVINE, Laércio A. G.; SILVA, Márcio L. Estimativa do Abatimento de Erosão Aportado por um Sistema Agrossilvipastoril e sua Contribuição Econômica. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.285-293, 2007.

RIBEIRO, Wankes L. Como calcular a viabilidade de um projeto utilizando técnicas de análise de investimento: Payback Simples, VPL e TIR. Disponível em: <http://www.wankesleandro.com>. Acesso em 30/08/2013. Postado em 04 de junho de 2010.

SAITO, Carlos Hiroo. Por que Bacia Hidrográfica?. Curso Básico de Educação Ambiental à Distância em Parceria com Ibama, Brasília, 2000.

SANTOS, A. H. M. ; SANTOS, A. A. M. ; BATISTA, T. R.. *Análise crítica de diferentes critérios de outorga de água e o princípio da Riqueza Hídrica.* Em: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.

SANTOS, Milton. *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção.* 2ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PIAUÍ – SEMAR/PI. *Plano Estadual de Recursos Hídricos.* Teresina, 2010.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PIAUÍ – SEMAR/PI. *Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Piauí, com Maior Detalhamento dos Cerrados Piauienses - Diagnóstico Participativo e Prognóstico Sócio-Ambientais.* Teresina, 2013.

SCHÖNE, Clarisse M. A. *Processo de Criação e Implantação dos Organismos de Gestão de Água e Solo na Região Metropolitana de Curitiba*. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional de Blumenau, 2004.

SILVA, Elizangela S.; ZAVISLAK, Francieli D.; DALLACORT, Rivanildo; CARVALHO, Marco A. C.; ARAÚJO, Dejânia V. *Distribuição da Probabilidade de Chuva no Município de Sapezal, MT*. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 1112-1122, 2013.

SILVA, Joel C.; HELDWEIN, Arno B.; MARTINS, Fabrina B.; TRENTIN, Gustavo; GRIMM, Edenir L. Análise de Distribuição de Chuva para Santa Maria, RS. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, V.11, N.1, P.67-72, 2007.

SILVA, L. M. C. da; MONTEIRO, R. A. *Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos: Uma das Possíveis Abordagens*. In: MACHADO, C. J. S. (Org.). Gestão de Águas Doces. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 135-178.

SILVEIRA, Pedro M.; STONE, Luís F. *Irrigação por Aspersão*. Texto digital disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_37_1311200215102.html>. Acessado em outubro de 2014.

SOCCOL, Olívio; CARDOSO, Célio O.; MIQUELLUTI, David J. *Análise da Precipitação Mensal Provável para o Município de Lages, SC*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, V.14, N.6, 2010.

SOUZA, Josiane S. A. *O programa de Zoneamento Ecológico Econômico para a Amazônia Legal e a Sustentabilidade: Aspirações e Realidades*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, 2008.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F.; ALBUQUERQUE, P. C. G. Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. Anais, São José dos Campos, SP : INPE, 2009. v. CD-ROM. p. 1-8.

VIDAL, Maria de F.; SILVA, Rodrigo G.; NEIVA, José N. M.; CÂNDIDO, Magno J. D.; SILVA, Divan S.; PEIXOTO, Márcio J. A. *Análise Econômica da Produção de Ovinos em Lotação Rotativa em Pastagem de Capim Tanzânia (Panicum maximum (Jacq))*. Revista de Economia e Sociologia Rural, vol.44, nº.4, Brasília, Out./Dec., 2006.

VIEIRA, V. P. B. *Água Doce no Semi-Árido*. In: REBOUÇAS, A. C. et al. Águas Doces no Brasil – Capital Ecológico, Uso e Conservação. São Paulo, Escrituras Editora, 1999. p.509-532.

VILELA, Maria C.; ARAÚJO, Kleber D.; MACHADO, Lúcio de S.; MACHADO, Rilany R. *Análise da Viabilidade Econômico-financeira de Projeto de Piscicultura em Tanques Escavados*. Custos e @gronegócio on line - v. 9, n. 3 – Jul/Set - 2013. p.154-173.

ANEXOS

A – Custos de Produção



Banana - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

Espaçamento:2,0 x 2,5 m	Ano 1 = 30,00t/ha											
Densidade (pés/ha):2000 plantas/ha	Ano 2 = 35,0 t/ha											
Solo referencial:Aluvião	Ano 3 = 40,0 t/ha											
Região referencial:Vale do Ribeira/SP	Ano 4 ao 5 = 45,0 t/ha											
Variedade:Nanica												
Módulo Ideal:20 ha	Produtividade Média: 39,0t/ha/ano											
DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FASE DE FORMAÇÃO		PRODUÇÃO CRESCENTE			PRODUÇÃO ESTÁVEL				
			ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4 AO 5	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
A - OPERAÇÕES MECANIZADAS												
A.1. Preparo de Solo												
Constr. valas drenagem	HM Retroescavadeira	65,36	20,00	661,2								
Construção de carreadores	HM Te 110cv.	132,80	1,00	132,8								
Subsolagem	HM Tp 90cv. 4x4 + subsolador 2 hastas	50,15	3,00	150,5								
Aração	HM Tp 75cv. 4x2 + ar. disc. 5x28"	47,64	3,00	142,9								
Calagem	HM Tp 65cv. 4x2 + distr. calcário 2,3 m3	51,80	1,00	51,8	0,50	25,90	0,50	25,90	0,50	25,90		
Gradagem niveladora (2x)	HM Tp 75cv. 4x2 + gr. niv. 28x22"	47,00	1,00	47,0								
Sulcamento para plantio	HM Tp 75cv. 4x2 + sulcador	43,83	2,00	87,7								
A.2. Implantação												
Distribuição de mudas	HM Tp 65cv. 4x2 + carreta	42,15	1,00	42,2								
A.3. Tratos Culturais												
Transporte interno de adubo	HM Tp 65cv.4x2 + carreta	42,15	0,50	21,1	1,00	42,15	1,00	42,15	1,00	42,15		
Transporte interno de calcário	HM Tp 65cv.4x2 + carreta	42,15	0,50	21,1								
Conservação drenos	HM Retroescavadeira	33,06	2,00	66,1								
Pulverização aérea(6,8,8,8x)	Avião Ipanema (R\$/litro aplicado)	3,15	96,00	302,7	128,00	403,58	128,00	403,58	128,00	403,58		
Manutenção de carreador	HM Tp 65cv. 4x2 + plaina traseira	42,27	0,50	21,1	0,50	21,14	0,50	21,14	0,50	21,14		
<i>Subtotal A</i>				2.459		493		493		493		
B - OPERAÇÕES MANUAIS												
B.1. Preparo de Solo												
Calagem	Homem-dia	37,90	0,50	18,95	0,50	18,95	0,50	18,95	0,50	18,95		
Loc. niv. terr. carr.	Dia técnico	220,56	0,20	44,11								
B.2. Implantação												
Sel. transp./Dist. mudas	Homem-dia	37,90	1,50	56,85								
Abertura de cova	Homem-dia	37,90	3,00	113,70								
Plantio	Homem-dia	37,90	3,00	113,70								
B.3. Tratos Culturais												
Adubação (2,3,3x3)	Homem-dia	37,90	1,50	56,85	3,00	113,70	3,00	113,70	3,00	113,70		
Limpesa valetas	Homem-dia	37,90			4,00	151,60	8,00	303,20	8,00	303,20		
Rocada manual (Ceifa) (2x)	Homem-dia	37,90	8,00	303,20								
Desbaste/Limpeza (1,3,3,3x)	Homem-dia	37,90	4,00	151,60	6,00	227,40	6,00	227,40	6,00	227,40		
Desbaste de folhas ou "cirurgia" (6,8,8,8x)	Homem-dia	37,90	1,00	37,90	2,00	75,80	2,00	75,80	2,00	75,80		
Escoramento	Homem-dia	37,90	4,00	151,60	6,00	227,40	6,00	227,40	5,00	189,50		
Pulverização de cachos	Homem-dia	37,90	1,00	37,90	2,00	75,80	2,00	75,80	2,00	75,80		
Aplicação de inseticida	Homem-dia	37,90			2,00	75,80	4,00	151,60	4,00	151,60		
Ensacamento cachos	Homem-dia	37,90	4,00	151,60	6,00	227,40	6,00	227,40	6,00	227,40		
Aplicação dc herbicida	Homem-dia	37,90	2,00	75,80	1,00	37,90	1,00	37,90	1,00	37,90		
B.4. Colheita												
Colheita	Homem-dia	37,90	10,00	379,00	20,00	758,00	20,00	758,00	20,00	758,00		
<i>Subtotal B</i>				1.693		1.990		2.217		2.179		
VALOR A TRANSPORTAR				4.151		2.483		2.710		2.672		

HM=Hora Máquina

V.U.=Valor Unitário

Tp= Trator de pneus

Te=Trator de esteiras



(continuação)

CUTN1401

Banana - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FORMAÇÃO		CRESCENTE		ESTÁVEL	
			ANO 1		ANO 2		ANO 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
C - INSUMOS (CIF)								
C.1. Fertilizantes (*)								
Calcário	R\$/tonelada		85,00	2,00	170,00	1,00	85,00	1,00
Superfosfato Simples	R\$/tonelada		685,00	0,50	342,50			
Sulfato de Amônio	R\$/tonelada		746,00	0,50	373,00			
Formulado 14-07-28	R\$/tonelada		1.089,00	1,00	1.089,00	2,00	2.178,00	2,00
C.2. Fitossanitários								
Óleo Mineral (6,8,8,8x)	R\$/litro		3,94	48,00	189,12	64,00	252,16	64,00
Fungicida (6,8,8,8x)	R\$/litro				245,38		328,84	
Inseticida controle broca	R\$/kg		7,50			1,00	22,50	3,00
Inseticida pulv. cachos	R\$/litro		42,90	1,00	42,90	1,60	68,64	1,60
Herbicida (glufosinato de amônia)	R\$/litro		25,25	5,00	126,25	2,50	63,13	2,50
C.4. Mudas	R\$/unidade		4,00	2.050	8.200,00			
C.5. Outros								
Sacos para cachos	R\$/1000		165,00	2,00	330,00	1,50	247,50	1,50
Bambu para escorar	R\$/dúzia		7,50	167,00	1.252,50	40,00	300,00	40,00
Cascalho para carreador	R\$/m3		60,00	10,00	600,00	5,00	300,00	5,00
<i>Subtotal C</i>					12.960,7		3.845,8	
D - ADMINISTRAÇÃO								
Administrador/Auxiliares	R\$/ha		545,00	1,00	545,00	1,00	545,00	1,00
Agrônomo próprio/visita	R\$/ha		36,33	1,00	36,33	1,00	34,00	1,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha		109,00	1,00	109,00	1,00	102,00	1,00
Luz / Telefone	R\$/ha		109,00	1,00	109,00	1,00	102,00	1,00
Viagens	R\$/ha		126,12	1,00	126,12	1,00	120,51	1,00
Conserv./Deprec. Benf.	R\$/ha		11,70	1,00	11,70	1,00	11,70	1,00
Impostos/Taxas	%Receita		2,3%	1,00	310,50	1,00	362,25	1,00
<i>Subtotal D</i>					1.247,7		1.266,6	
Custo total (R\$/ha/ano)					18.360		7.595	
Receita (R\$/ha/ano)						13.500	15.750	18.000
Resultado Acumulado (R\$/ha)					-4.860		3.295	
Custo por tonelada produzida na vida útil							R\$ 254 / tonelada FOB	
Preço médio 2010/11							R\$ 450 / tonelada FOB	

Obs.: Os custos não incluem encargos financeiros sobre o custeio e sobre os investimentos.

Considerada a produção da Banana como semestral - 2 safras / ano.

Na Produção foi descartado 13% de engaço e frutos menores.

(1,2,3x...): Número de vezes que a operação é efetuada por ano, a partir do primeiro ano.

(*) Insumos: Valores Médios. É necessário fazer análise de solo.

Atualizado em Agosto/2011 em Valores Nominais. Na ocasião, o dólar médio norte-americano estava cotado em R\$ 1,5951

Fontes: Instituto FNP/ Eng. Agr.º Edson Shigueaki Nomura (Pesquisador Científico, Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios - APTA - Pólo Regional Vale do Ribeira/ Eng. Agr.º Luiz Antonio de Campos Penteado (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI - EDR/Registro).

Banana



CUTN2901

Coco Anão Irrigado - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

Espaçamento:	7,5 x 7,5 x 7,5 m (quincônico)	Produtividade esperada: Ano 4 = 8.200 frutos/ha									
Densidade (pés/ha):	205	Ano 5 = 16.400 frutos/ha									
Solo referencial:	Latossolo Vermelho Amarelo	Ano 6 = 24.600 frutos/ha									
Região referencial:	BA	Ano 7 = 30.750 frutos/ha									
Módulo Ideal:	30 ha	Ano 8 = 32.800 frutos/ha									
		Ano 9 = 32.800 frutos/ha									
		Ano 10 = 32.800 frutos/ha									
		Ano 11 ao 30 = 32.800 frutos/ha									
		Produtividade média: 27.812 frutos/ha/ano									
DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FASE IMPRODUTIVA						PRODUÇÃO CRESCENTE	PRODUÇÃO ESTÁVEL	
			FORMAÇÃO		ANO 1		ANO 2				ANO 3
			Qtd. de	Total	Qtd. de	Total	Qtd. de	Total	Qtd. de	Total	
A - OPERAÇÕES MECANIZADAS											
A.1. Preparo de Solo											
Derrubada / Destoca (2x)	HM Te 105 cv.	132,80	4,00	531,20							
Enleiramento	HM Te 105 cv.	132,80	2,50	332,00							
Gradagem Pesada (2x)	HM Tp 75cv. 4x2 + gr. ar. 16x26"	48,00	3,10	148,80							
Gradagem Niveladora (2x)	HM Tp 75cv. 4x2 + gr. niv. 28x22"	47,19	1,40	66,07							
Calagem	HM Tp 75cv. 4x2 + distr. calc. 2,3 m3	51,80	1,55	80,29							
Construção de Niveladas	HM Tp 75cv. 4x2 + terrac. arr. 18x26"	64,23	0,70	44,96							
Construção de Carreadores	HM Te 105 cv.	132,80	0,40	53,12							
A.2. Implantação											
Abertura de Cova	HM Tp 75cv. 4x2 + perfurador de solo	43,96	5,50	241,78							
Replantio	HM Tp 75cv. 4x2 + carreta 4t	42,90	0,30	12,87							
A.3. Tratos Culturais											
Pulverização	HM Tp 75cv. 4x2 + pulv. pistola 2000 l	54,21	6,00	325,26	6,00	325,26	7,00	379,47	7,00	379,47	7,00
Aplic. de Herbicida (1,2x)	HM Tp 75cv. 4x2 + pulv. barras 600 l	55,26			0,35	19,34	1,40	77,36	1,40	77,36	1,40
Rocagem	HM Tp 75cv. 4x2 + roçad. hidráulica	45,56	0,90	41,00	0,90	41,00	0,90	41,00	0,90	41,00	0,90
Gradagem nas Entrelinhas (3,2,1x)	HM Tp 75cv. 4x2 + gr. niv. 28x22"	47,19	2,40	113,26	1,60	75,50	0,80	37,75			
Manutenção de Carreador	HM Tp 75cv. 4x2 + plaina traseira	42,27	0,50	21,14	0,50	21,14	0,50	21,14	0,50	21,14	0,50
A.4. Irrigação*											
Irrigação	R\$/ha/ano	650,78			1,00	650,78	1,00	650,78	1,00	650,78	1,00
A.5. Colheita											
Colheita	HM Tp 75cv. 4x2 + carreta 4t	42,90									
Subtotal A					2.012		1.133		1.259		2.380
B - OPERAÇÕES MANUAIS											
B.1. Preparo de Solo											
Calagem	Homem-dia	32,01	0,25	8,00							
Loc.niv.terr.carr.	Homem-dia	240,87	0,20	48,17							
B.2. Implantação											
Piqueteamento	Homem-dia	32,01	2,00	64,03							
Adubação de Cova	Homem-dia	32,01	0,70	22,41							
Plantio	Homem-dia	32,01	1,00	32,01							
Replantio	Homem-dia	32,01	0,20	6,40							
B.3. Tratos Culturais											
Pulverização	Homem-dia	32,01	0,25	8,00	0,25	8,00	0,25	8,00	0,50	16,01	0,90
Coroamento	Homem-dia	32,01	6,00	192,09	4,00	128,06					
Adubação	Homem-dia	32,01	1,50	48,02	2,00	64,03	2,50	80,04	3,00	96,04	4,00
Raspagem do tronco	Homem-dia	32,01								3,00	96,04
Combate à Formiga (12x)	Homem-dia	32,01	6,00	192,09	2,40	76,83	1,20	38,42	0,60	19,21	0,60
Poda de Folhas	Homem-dia	32,01								0,80	25,61
B.4. Irrigação											
Irrigação	Homem-dia	32,01	1,56	50,02	1,56	50,02	1,56	50,02	1,56	50,02	1,56
B.5. Colheita											
Colheita/Limpeza da Copa	Homem-dia	32,01								38,40	1229,36
Subtotal B					671		327		207		1.535
VALOR A TRANSPORTAR					2.683		1.460		1.467		3.915
HM=Hora Máquina	V.U.=Valor Unitário	Tp=Trator de pneus	Te=Trator de esteiras								5.358

Coco-da-baía

(continuação)

CUTN2901

Coco Anão Irrigado - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FASE IMPRODUTIVA						PRODUÇÃO		PRODUÇÃO	
			FORMAÇÃO		ANO 1		ANO 2		ANO 3		CRESCENTE	
			Qtde.	Total	Qtde.	Total	Qtde.	Total	Qtde.	Total	Qtde.	Total
C - INSUMOS (CIF)												
C.1. Fertilizantes (**)												
Calcário	R\$/tonelada		115,00	2,50	287,50		0,00	1,00	115,00	0,50	57,50	0,50
Superfosfato Simples	R\$/tonelada		850,00	0,21	178,50	0,10	85,00	0,32	272,00	0,70	595,00	1,15
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada		1.500,00	0,05	75,00	0,20	300,00	0,35	525,00	0,70	1.050,00	0,70
Uréia	R\$/tonelada		1.300,00	0,08	104,00	0,30	390,00	0,40	520,00	0,90	1.170,00	0,14
Torta de Mamona	R\$/tonelada		450,00	0,62	279,00		0,00		0,00		0,00	
Fertilizante Foliar Quelatizado	R\$/litro		23,60	3,08	72,69	5,13	121,07	8,20	193,52		0,00	0,00
Sulfato de Zinco	R\$/kg		4,50	1,00	4,50	1,00	4,50	1,20	5,40	16,69	75,12	20,50
Sulfato de Cobre	R\$/kg		17,50	0,60	10,50	0,60	10,50	0,80	14,00	1,50	26,25	0,00
Sulfato de Manganês	R\$/kg		6,00	0,60	3,60	0,60	3,60	0,80	4,80	10,02	60,10	12,30
Ácido Bórico	R\$/kg		5,50	1,00	5,50	1,00	5,50	1,20	6,60	3,34	18,37	4,10
Cal Hidratada	R\$/kg		7,00							16,69	116,86	20,50
C.2. Fitossanitário												
Acaricida	R\$/litro/kg		32,50		22,45		36,65		56,10			
Fungicida	R\$/litro/kg		70,23		34,99		58,41		93,41		665,21	691,68
Inseticida	R\$/litro/kg		39,12		128,65		217,15		346,65		433,20	104,54
Óleo Vegetal	R\$/litro		6,90	3,08	21,25	5,13	35,40	8,20	56,58	8,93	61,64	10,25
Formicida	R\$/kg		11,50	2,00	23,00	1,50	17,25	1,00	11,50	0,29	3,29	0,25
C.3. Herbicidas												
Pós-emergente	R\$/litro		14,80		0,98		14,50	2,45	36,26	2,94	43,51	2,94
C.4. Mudas												
Mudas	R\$/unidade		8,00	205,00	1.640,00							
Subtotal C					2.891		1.300		2.257		4.376	3.512
D - ADMINISTRAÇÃO												
Administrador/Auxiliares	R\$/ha		436,00	1,00	436,00	1,00	436,00	1,00	436,00	1,00	436,00	1,00
Agrônomo próprio/visita	R\$/ha		218,00	1,00	218,00	1,00	218,00	1,00	218,00	1,00	218,00	1,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha		218,00	1,00	218,00	1,00	218,00	1,00	218,00	1,00	218,00	1,00
Luz / Telefone	R\$/ha		436,0	1,00	436,00	1,00	436,00	1,00	436,00	1,00	436,00	1,00
Viagens	R\$/ha		303,99	1,00	303,99	1,00	303,99	1,00	303,99	1,00	303,99	1,00
Conser./Deprec. Benf.	R\$/ha		11,70	1,00	11,70	1,00	11,70	1,00	11,70	1,00	11,70	1,00
Impostos/Taxas	% Receita		2,30%							1,00	396,26	1,00
Subtotal D					1.624		1.624		1.624		2.020	2.134
Custo Total (R\$/ha/ano)***			7.198		4.383		5.347		10.311		11.004	
Receita (R\$/ha/ano)											17.229	22.179
Resultado Acumulado (R\$/ha)			-7.198		-11.581		-16.928		31.498		255.005	
Custo por fruto produzido na vida útil							R\$ 0,37/fruto					
Preço Médio 2010/11							R\$ 0,68/fruto					

Obs.: Os custos acima não incluem encargos financeiros sobre o custeio e nem sobre os investimentos.

(1,2,3x...): N° de vezes que a operação é efetuada por ano multiplicada pelo rendimento (horas/ha ou HD/ha).

(*) Irrigação: Os custos anuais com irrigação incluem as despesas com depreciação, manutenção e energia elétrica.

(**) Insumos: Valores Médios. É necessário fazer análise de solo.

(***) Nas fases de produção crescente e estável, os custos estão considerando o total gasto por hectare ao longo de cada fase.

Atualizado em Agosto/2011 em Valores Nominais. Na ocasião, o dólar médio norte-americano estava cotado em R\$ 1,5951

Fonte: Informa Economics FNP



CUTN3401A

DESCRÍÇÃO		ESPECIFICAÇÃO	safra das águas (1ª safra)*		
			V.U.	Qtde.	Valor
A - OPERAÇÕES					
A.1. Preparo do solo					
Dessecção	HM Tp 75cv. + pulverizador		50,98	0,25	12,75
A.2. Plantio					
Plantio	HM Tp 75cv. 4x2 + plantadeira		108,21	0,80	86,57
Serviço braçal	HH trabalhador avulso		4,74	1,00	4,74
Transportes internos	HM Tp 75cv. + carreta 4 toneladas		37,05	1,00	37,05
A.3. Tratos culturais					
Adubação de cobertura	HM Tp 75cv. + cultivador		41,03	0,80	32,82
Aplicação de defensivos	HM Tp 75cv. + pulverizador		50,98	2,00	101,96
Transportes internos	HM Tp 75cv. + carreta 4 toneladas		37,05	1,00	37,05
Suprimento	HM Tp 75cv. + tanque 6000 litros		39,02	2,50	97,55
A.4. Colheita					
Colheita manual	HH trabalhador avulso		4,74	50,00	237,00
Recolhimento/Trilha/Ensaque	R\$/ha		2,78	50,00	138,92
Movimentação de carga	R\$/sc		0,61	50,00	30,48
Transporte de mão de obra	R\$/sc		0,48	50,00	24,17
A.5. Irrigação					
Tipo do equipamento	HM Conjunto Autopropelido		63,25	3,00	189,74
Subtotal A					1.031
B - INSUMOS					
B.1. Fertilizantes/Corretivos					
Uréia	R\$/tonelada		1.100,00	0,15	165,00
08-25-15 + B + Zn	R\$/tonelada		1.185,00	0,38	450,30
Adubo Foliar	R\$/kg		15,86	3,00	47,58
B.2. Sementes/Mat. plantio					
Sementes	R\$/kg		1,88	55,00	103,13
B.3. Defensivos agrícolas					
Fungicidas	R\$/litro-kg			2,97	145,64
Herbicidas	R\$/litro			9,05	181,53
Inseticidas	R\$/litro			1,19	76,63
Outros produtos químicos	R\$/litro			1,60	10,74
Subtotal B					1.181
C - ADMINISTRAÇÃO					
M.O. Administrativa	R\$/ha		109,00	1,0	109,00
Assistência Técnica	R\$/ha		34,88	1,0	34,88
Contabil./Escrítorio	R\$/ha		21,80	1,0	21,80
Luz/Telefone	R\$/ha		21,80	1,0	21,80
Viagens	R\$/ha		24,99	1,0	24,99
Conserv./Deprec. Benf.	R\$/ha		24,40	1,0	24,40
Impostos/Taxas	% Receita		2,3%	1,0	117,69
Subtotal C					355
D - PÓS COLHEITA					
Transporte até armazém	R\$/sc		0,86	50,0	43,09
Sacaria	R\$/sc		1,02	50,0	50,76
Subtotal D					94
Custo Total (R\$/ha)					2.659,76
Custo Total (R\$/sc 60 kg)					53,2
Receita (R\$/ha)					5.117
Resultado (R\$/ha)					2.457
Margem sobre a venda					48%
Região de referência					SP

Atualizado em Agosto/2011 em Valores Nominais. Na ocasião, o dólar médio norte-americano estava cotado em R\$ 1,5951

A receita foi obtida da média de preços do período de junho/2010 a maio/2011.

*1ª safra corresponde ao plantio de julho a outubro.

Fonte:Informa Economics FNP

Feijão

CUTN4201

Limão - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FASE IMPRODUTIVA				MANUTENÇÃO				MANUT.			
			FORMAÇÃO		P. CRESCENTE		P. ESTÁVEL							
			Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4 ao 8	Ano 9 ao 12							
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
A - OPERAÇÕES MECANIZADAS														
A.1. Preparo de Solo														
Gradagem Pesada (2x)	HM Tp 75cv. 4x2 + gr. ar. 16x26"	48,00	3,10	148,80										
Gradagem Niveladora (2x)	HM Tp 75cv. 4x2 + gr. niv. 28x22"	57,19	1,40	80,07										
Calagem	HM Tp 75cv. 4x2 + distr.calç. 2,3m3	51,80	1,55	80,29										
Construção de Niveladas	HM Tp 75cv. 4x2 + terrac.arr. 14x26"	61,90	0,70	43,33										
Construção de Carreadores	HM Te 110 cv.	132,80	0,40	53,12										
A.2. Implantação														
Sulc. da Linha de Plantio (2x)	HM Tp 75cv 4x2 + sulcador 1 linha	43,83	6,00	262,98										
Adubação de Cova	HM Tp 75cv. 4x2 + adubadora	46,88	1,55	72,66										
Distribuição de Mudas	HM Tp 75cv. 4x2 + carreta 4t	42,90	1,50	64,35										
Rega das Mudas (4x)	HM Tp 75cv. 4x2 + carr. tanque 2300 l	42,91	16,00	686,56										
Replantio	HM Tp 75cv. 4x2 + carreta 4t	42,90	0,30	12,87	0,20	8,58	0,10	4,29						
A.3. Tratos Culturais														
Pulverização (7,7,8x)	HM Tp 75cv. 4x2 + pulv. pistola 2000 l	54,21	3,15	170,76	4,20	227,68	6,40	346,94						
Pulverização (8x)	HM Tp 75cv. 4x2 + atomizador 2000 l	55,26												
Roçagem (4x)	HM Tp 75cv. 4x2 + roçad. hidráulica	45,56	5,20	236,91	5,20	236,91	5,20	236,91	5,20	236,91	6,00	273,36		
Gradagem nas Entrelinhas	HM Tp 75cv. 4x2 + gr. niv. 28x22"	57,19	1,00	57,19	1,00	57,19	1,00	57,19						
Aplic. Herbicida (1,2,2,2x)	HM Tp 75cv. 4x2 + pulv. barras	49,32												
Adubação (4x)	HM Tp 75cv. 4x2 + adubadora	46,88	3,20	150,02	3,20	150,02	3,20	150,02	3,20	150,02	3,20	150,02		
Poda Mecânica Lateral	HM Tp 75cv. 4x2 + kit poda mecânica	73,63												
Manutenção de Carreador	HM Tp 75cv. 4x2 + plaina traseira	42,27	0,60	25,36	0,60	25,36	0,60	25,36	0,60	25,36	0,60	25,36		
A.4. Colheita														
Colheita	HM Tp 75cv. 4x2 + carreta 4t	42,90												
Subtotal A					2.145		755		1.057		1.349		1.633	
B - OPERAÇÕES MANUAIS														
B.1. Preparo de Solo														
Calagem	Homem dia	43,60	0,25	10,90										
Loc. niv. terr. carr.	Dia técnico	269,83	0,20	53,97										
B.2. Implantação														
Sulc. da Linha de Plantio (2x)	Homem-dia	43,60	0,40	17,44										
Prep. estaca/Demarc. cova	Homem-dia	43,60	3,00	130,80										
Abertura de Cova	Homem-dia	43,60	2,00	87,20										
Adubação Mistura	Homem-dia	43,60	1,00	43,60										
Distribuição de Mudas	Homem-dia	43,60	1,00	43,60										
Plantio	Homem-dia	43,60	8,00	348,80										
Rega das Mudas	Homem-dia	43,60	2,00	87,20										
Replantio	Homem-dia	43,60	0,40	17,44	0,20	8,72	0,10	4,36						
B.3. Tratos Culturais														
Pulverização (7,7,8x)	Homem-dia	43,60	0,70	30,52	1,12	48,83	2,16	94,18						
Capina Manual (2x)	Homem-dia	43,60	8,00	348,80	2,00	87,20	1,00	43,60						
Desbrotas (4,2,1x)	Homem-dia	43,60	2,00	87,20	1,00	43,60	0,50	21,80						
Adubação (4x)	Homem-dia	43,60	2,40	104,64	3,20	139,52	4,00	174,40	0,40	17,44	0,40	17,44		
Poda de Limpeza	Homem-dia	43,60												
Combate à Formiga (12x)	Homem-dia	43,60	6,00	261,60	2,40	104,64	1,20	52,32	0,60	26,16	0,60	26,16		
Inspeção de pragas/doenças	Homem-dia	43,60	3,60	156,96	3,60	156,96	3,60	156,96	3,60	156,96	3,60	156,96		
B.4. Colheita														
Colheita/Carregamento	empreita (cx 40,8kg)	2,67							102,0	272,50	612,0	1.635,00	816	2.180,00
Subtotal B					1.831		599		831		2.059		2.822	
VALOR A TRANSPORTAR					3.976		1.345		1.888		3.408		4.455	

HM=Hora Máquina

V.U.=Valor Unitário

Tp=Trator de pneus

Te=Trator de esteiras



(continuação)

CUTN4201

Limão - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FASE IMPRODUTIVA				PRODUÇÃO				PRODUÇÃO		
			FORMAÇÃO		CRESCENTE		ESTÁVEL						
			Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4 a 8	Ano 9 a 12						
Qtde.			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	
C - INSUMOS (CIF)													
C.1. Fertilizantes (*)													
Calcário	R\$/tonelada	75,00	3,35	251,25		0,00	2,00	150,00	1,00	75,00	1,00	75,00	
Superfósфato Simples	R\$/tonelada	/30,00	0,11	81,76	0,22	160,60	0,28	204,40	0,28	200,5	0,33	240,90	
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.409,00		0,00	0,04	59,18	0,07	97,22	0,17	242,35	0,21	291,66	
Sulfato de amônio	R\$/tonelada	850,00	0,16	136,00	0,32	272,00	0,40	340,00	0,80	680,00	1,00	850,00	
Uréia	R\$/tonelada	1.320,00	0,01	13,20	0,01	13,20	0,01	9,50	0,01	15,84	0,02	23,76	
Esterco de Galinha	R\$/tonelada	180,00	1,20	216,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Sulfato de Zinco	R\$/kg	1,93		0,00	0,60	1,16	1,80	3,47	6,00	11,58	9,00	17,37	
Sulfato de Manganês	R\$/kg	2,70		0,00	0,40	1,08	1,20	3,24	4,00	10,80	6,00	16,20	
Ácido Bórico	R\$/kg	1,99		0,00	0,20	0,40	0,60	1,19	2,00	3,98	3,00	5,97	
C.2. Fitossanitários													
Espalhante	R\$/kg	8,51	0,12	1,04	0,24	2,08	0,73	6,25	2,14	18,23	2,94	25,02	
Óleo Mineral	R\$/litro	6,98	2,04	14,24	4,08	28,48	12,24	85,44	35,70	249,19	49,00	342,02	
Acaricida	R\$/litro	18,94	0,38	7,10	0,75	14,20	2,25	42,61	6,56	124,29	9,01	170,59	
Fungicida	R\$/kg	22,29	0,00	0,00	0,00	0,00	2,71	60,49	7,92	176,44	10,86	242,17	
Inseticida	R\$/litro	22,35	9,67	216,04	19,33	432,09	28,45	635,79	39,88	891,21	54,74	1.223,24	
Formicida	R\$/kg	7,55	2,00	15,10	1,50	11,33	1,00	7,55	0,50	3,78	0,50	3,78	
C.3. Herbicidas													
Pós Emergente	R\$/litro	10,96	0,00	0,00	2,01	21,99	2,68	29,33	3,54	38,82	3,85	42,22	
C.4. Mudas													
Mudas de limão	R\$/unidade	5,00	408,00	2.040,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
Subtotal C					2.992		1.018		1.676		2.742		3.570
E - ADMINISTRAÇÃO													
Vlagens	R\$/ha	108,57	1,00	108,57	1,00	108,57	1,00	108,57	1,00	108,57	1,00	108,57	
Assistência Técnica	R\$/ha	186,86	1,00	186,86	1,00	186,86	1,00	186,86	1,00	186,86	1,00	186,86	
Contabil./Escritório	R\$/ha	186,86	1,00	186,86	1,00	186,86	1,00	186,86	1,00	186,86	1,00	186,86	
M.O. Administrativa	R\$/ha	747,43	1,00	747,43	1,00	747,43	1,00	747,43	1,00	747,43	1,00	747,43	
Luz/Telefone	R\$/ha	373,71	1,00	373,71	1,00	373,71	1,00	373,71	1,00	373,71	1,00	373,71	
Conserv./Deprec. Benf.	R\$/ha	22,99	1,00	22,99	1,00	22,99	1,00	22,99	1,00	22,99	1,00	22,99	
Impostos/Taxas	% Receita	2,3%						31,51	1,00	189,04	1,00	252,05	
Subtotal D					1.626		1.626		1.658		1.815		1.878
Preço Médio por caixa em 2010/11													
Custo por caixa produzida na vida útil													
Custo Total (R\$/ha/ano)					8.594		3.989		5.222		7.966		9.903
Custo Total (R\$/cx/ano)									51,20		2,60		12,14
Receita (R\$/ha/ano)									1.370		8.219		10.959
Resultado Acumulado (R\$/ha)					-8.594		-12.583		-16.435		-15.168		-10.946

Obs.: Os custos acima não incluem encargos financeiros sobre o custeio e nem sobre os investimentos.

(1,2,3...): N° de vezes que a operação é efetuada por ano, multiplicada pelo rendimento (horas/ha ou HD/ha).

(*) Insumos: Valores Médios. É necessário fazer análise de solo.

Atualizado em Agosto/2011 em Valores Nominais. Na ocasião, o dólar médio norte-americano estava cotado em R\$ 1,5951

Fonte: Informa Economics FNP

Citros
Limão

CUTN4801A

Manga (Petrolina - PE) - (R\$/ha) - 2011

Espaçamento:7,0 x 4,5m		Destino:Mesa		Produtividade Esperada:		Ano 3 = 4t/ha		Ano 4 = 10t/ha		Ano 5 = 15t/ha		Ano 6 ao 20 = 25t/ha	
DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.		FASE IMPRODUTIVA			MANUTENÇÃO			MANUTENÇÃO			
				FORMAÇÃO	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	PROD. CRESCENTE	ANO 5	ANO 6 ao 20	P. ESTÁVEL	
A - OPERAÇÕES MECANIZADAS													
a1. Preparo de Solo													
Gradagem Pesada (2x)	HM Tp 90cv. 4x4 + gr. ar. 16x26"	56,12	3,10	173,97									
Gradagem Niveladora (2x)	HM Tp 90cv. 4x4 + gr. niv. 28x22"	53,77	1,40	75,28									
Calagem	HM Tp 75cv. 4x2 + dist.calc. 2,3m3	49,45	1,55	76,65				0,50	24,73				
Construção de Niveladas	HM Tp 90cv. 4x4 + terrac.arr. 14x26"	68,48	0,70	47,94									
Subsolagem	HM Tp 90cv 4x2 + subsolador 5 hastas	50,47	3,40	171,60									
Construção de Carreadores	HM Te 110cv.	132,80	0,40	53,12									
a2. Implantação													
Sulc. Linha de Plantio (2x)	HM Tp 75cv 4x2 + sulcador 1 linha	43,83	6,00	262,98									
Adubação de Cova	HM Tp 75cv. 4x2 + adubadora	46,88	1,55	72,66									
Tutoramento	HM Tp 75cv. 4x2 + carreta 4t	42,90	1,00	42,90									
Quebra vento	HM Tp 75cv. 4x2 + carreta 4t	42,90	2,50	107,25	0,50	21,45							
a3. Tratos Culturais													
Aplic.Herbicida (1,4,4,4,4,4x)	HM Tp 75cv. 4x2 + pulv. Pistola	57,15	1,80	102,87	4,00	228,60	4,00	228,60	4,00	228,60	4,00	228,60	
Rocagem (2,4,4,4,4,4x)	HM Tp 75cv. 4x2 + roçad. hidráulica	45,56	2,50	113,90	4,00	182,24	4,00	182,24	3,50	159,46	3,25	148,07	3,00
Gradagem nas Entrelinhas	HM Tp 90cv. 4x4 + gr. niv. 28x22"	53,77	0,50	26,89		0,50	26,89					0,25	13,44
Adubação	HM Tp 75cv. 4x2 + adubadora	46,88	2,50	117,20	5,00	234,40	5,00	234,40	5,00	234,40	5,00	234,40	
Pulveriz. (1,2,10,12,14,14x)	HM Tp 75cv. 4x2 + turboatomiz. 2000l	56,83	0,40	22,73	2,00	113,66	5,00	284,15	6,00	340,98	7,00	397,81	7,00
Manutenção de Carreador	HM Tp 75cv. 4x2 + plaina traseira	57,35	0,30	17,21	0,30	17,21	0,30	17,21	0,30	17,21	0,30	17,21	
a4. Irrigação (*)													
Irrigação	R\$/ha/ano	904,82			1,00	904,82	1,00	904,82	1,00	904,82	1,00	904,82	1,00
a5. Colheita													
Colheita	HM Tp 75cv. 4x2 + carreta 4t	42,90					1,50	64,35	2,50	107,25	3,00	128,70	4,00
Subtotal A					1.485	1.702	1.967	1.993	2.060	2.129			
B - OPERAÇÕES MANUAIS													
b1. Preparo de Solo													
Calagem	Homem-dia	32,00	0,25	8,00									
Loc. niv. terr. carr.	Homem-dia	269,83	0,20	53,97									
b2. Implantação													
Sulc. Linha de Plantio (2x)	Homem-dia	32,00	4,00	128,00									
Estaqueamento	Homem-dia	32,00	1,50	48,00									
Adubação de cova	Homem-dia	32,00	2,50	80,00									
Tutoramento	Homem-dia	32,00	0,50	16,00									
Abertura de Covas	Homem-dia	32,00	2,10	67,20									
Plantio	Homem-dia	32,00	2,00	64,00									
Replantio	Homem-dia	32,00	2,00	64,00									
b3. Tratos Culturais													
Pulverização (1,2,10,12,14,14x)	Homem-dia	32,00	1,00	32,00	2,00	64,00	3,00	96,00	4,00	128,00	2,00	64,00	2,00
Adubação	Homem-dia	32,00	1,50	48,00	2,50	80,00	2,50	80,00	2,50	80,00	3,00	96,00	3,00
Poda de frutificação	Homem-dia	32,00					1,50	48,00	2,50	80,00	3,00	96,00	3,50
Limpeza das paniculas	Homem-dia	32,00					1,00	32,00	2,00	64,00	3,00	96,00	4,00
Indução	Homem-dia	32,00					2,50	80,00	2,50	80,00	1,50	48,00	
Proteção frutos contra sol	Homem-dia	32,00					1,50	48,00	3,00	96,00	4,00	128,00	6,00
Regulad. crescimento	Homem-dia	32,00					1,00	32,00			1,00	32,00	0,50
Poda de Formação	Homem-dia	32,00	5,00	160,00	10,00	320,00	10,00	320,00	4,00	128,00	2,00	64,00	
Combate à Formiga (12x)	Homem-dia	32,00	6,00	192,00	2,40	76,80	1,20	38,40	0,60	19,20	0,60	19,20	0,60
Irrigação	Homem-dia	32,00	3,13	100,00	3,13	100,00	3,13	100,00	3,13	100,00	3,13	100,00	3,13
b4. Colheita													
Colheita	Homem-dia	32,00					6,00	192,00	10,00	320,00	12,00	384,00	15,00
Transporte Interno	Homem-dia	32,00					0,50	16,00	1,00	32,00	1,50	48,00	2,00
Subtotal B					1.061	641	1.090	1.127	1.175	1.275			
VALOR A TRANSPORTAR					2.546	2.343	3.058	3.120	3.235	3.405			

HM=Hora Máquina

V.U.=Valor Unitário

Tp=Trator de pneus

Te=Trator de esteiras



(continuação)

CUTN4801A

Manga (Petrolina - PE) - (R\$/ha) - 2011

DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FASE IMPRODUTIVA						MANUTENÇÃO			MANUTENÇÃO			
			FORMAÇÃO			PRODUÇÃO CRESCENTE			P. ESTÁVEL						
			Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6 ao 21	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	
C - INSUMOS															
c1. Fertilizantes (*)															
Calcário	R\$/tonelada	120,0	3,00	360,00		1,50	180,00						0,75	90,00	
Superfosfato Simples	R\$/tonelada	838,0	0,16	134,08	0,32	268,16	0,48	402,74	0,60	502,80	0,80	670,40	1,00	838,00	
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.297,0	0,08	103,76	0,16	207,52	0,25	324,25	0,35	453,95	0,40	518,80	0,50	648,50	
Micronutrientes	R\$/tonelada	1.100,0	0,01	11,00	0,04	44,00	0,06	66,00	0,12	132,00	0,15	165,00	0,18	198,00	
Sulfato de magnésio	R\$/tonelada	693,0	0,05	34,65	0,20	138,60	0,25	173,25	0,30	207,90	0,32	221,76	0,35	242,55	
Nitrito de cálcio	R\$/tonelada	1.040,0				0,06	62,40	0,10	104,00	0,12	124,80	0,15	156,00		
c2. Fitossanitários															
Regulador crescimento	R\$/litro	240,00				1,50	360,00	0,00		3,00	720,00	2,50	600,00		
Inseticida	R\$/litro	29,00						1,00	29,00	1,50	43,50	1,50	43,50		
Fungicida	R\$/kg	45,50		1,53		3,40		76,50		542,40		767,00		767,00	
Espalhante	R\$/litro	8,60	0,03	0,26	0,10	0,86	0,20	1,72	0,40	3,44	0,50	4,30	0,75	6,45	
Formicida	R\$/kg	8,80	2,00	17,60	1,50	13,20	1,00	8,80	0,50	4,40	0,50	4,40	0,50	4,40	
c3. Herbicidas															
Pós emergente	R\$/litro	6,86	1,50	10,29	2,00	13,72	0,70	4,80	1,40	9,60	1,50	10,29	1,50	10,29	
c4. Mudas															
Mudas de manga	R\$/unidade	6,00	320,00	1.920,0											
Subtotal C				2.593		689		1.660		1.989		3.250		3.605	
D - ADMINISTRAÇÃO															
Administrador/Auxiliares	R\$/ha	457,8	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	
Agrônomo próprio/visita	R\$/ha	228,9	1,00	228,90	1,00	228,90	1,00	228,90	1,00	228,90	1,00	228,90	1,00	228,90	
Contabilidade/Escrítorio	R\$/ha	457,8	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	
Viagens	R\$/ha	209,8	1,00	209,76	1,00	209,76	1,00	209,76	1,00	209,76	1,00	209,76	1,00	209,76	
Luz / Telefone	R\$/ha	457,8	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	1,00	457,80	
Conserv./Deprec. Benf.	R\$/ha	24,57	1,00	24,57	1,00	24,57	1,00	24,57	1,00	24,57	1,00	24,57	1,00	24,57	
Água / irrigação	% Receita	3,15%					1,00	100,80	1,00	252,00	1,00	378,00	1,00	630,00	
Impostos/Taxas	% Receita	2,42%					1,00	77,28	1,00	192,20	1,00	289,80	1,00	482,00	
Subtotal D				1.837		1.837		2.015		2.282		2.504		2.950	
Custo Total(R\$/ano)				6.976		4.869		6.732		7.391		8.989		9.959	
Receita(R\$/ha/ano)									3.200		8.000		12.000		20.000
Resultado acumulado (R\$/ha)				-6.976		-11.845		-15.378		-14.769		-11.759		138.857	
Custo por tonelada produzida na vida útil									R\$ 456,3/ tonelada FOB						
Preço médio esperado em 2011									R\$ 800,0/ tonelada FOB						

Obs.: Os custos não incluem encargos financeiros sobre o custeio e nem sobre os investimentos.

(1x,2x,3x): Número de vezes que a operação é efetuada por ano, a partir do primeiro ano, multiplicada pelo rendimento (horas/ha ou HD/ha)

(*) Irrigação: Nos anos 2, 3, 4 ao 10 foram considerados 10% depreciação e 2,5% manutenção sobre o valor do equip. de irrigação.

(**) Insumos: Valores Médios. É necessário fazer análise de solo.

Atualizado em Agosto/2011 em Valores Nominais. Na ocasião, o dólar médio norte-americano estava cotado em R\$ 1,5951

Fonte: Informa Economics FNP

Manga

CUTN5101

Melancia - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

Espaçamento: 3,0 x 1,0 m		Produtividade Média = 35t/ha		
Região Referencial: Baixo São Francisco/SE		Módulo: 10ha		
Variedade: Crimson Sweet		Ciclo: 85 dias		
DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	Qtde.	Total
A - OPERAÇÕES				
a1. Preparo do Solo				
Aração	HM Tp 90cv. 4x4 + grade aradora 16x26"	62,73	3,80	238,37
Gradeação (2x)	HM Tp 90cv. 4x4 + grade niveladora 28x22"	61,20	2,80	171,36
Calagem	HM Tp 65cv. 4x2 + distr. de calcário 2,3 m3	57,23	1,60	91,57
Calagem	Homem-dia	31,60	0,25	7,90
a2. Plantio				
Sulc. da linha de Plantio	HM Tp 65cv. 4x2 + sulcador	49,26	2,80	137,93
Abertura das covas	Homem-dia	31,60	5,00	158,00
Plantio e Replantio	Homem-dia	31,60	2,00	63,20
Transporte Interno de Adubos	HM Tp 65cv. 4x2 + carreta 4 t	48,33	2,00	96,66
Adubação	Homem-dia	31,60	5,00	158,00
a3. Tratos Culturais				
Desbaste de Plantas	Homem-dia	31,60	2,00	63,20
Capinas	Homem-dia	31,60	15,00	474,00
Adubação em Cobertura	Homem-dia	31,60	5,00	158,00
Desbaste dos Frutos	Homem-dia	31,60	10,00	316,00
Pulverização	Homem-dia	31,60	10,00	316,00
a4. Irrigação (*)				
Irrigação	R\$/ha	200,92	1,00	200,92
Irrigação	Homem-dia	31,60	1,56	49,38
a5. Colheita / Classif. /Embalagem				
Colheita / Classificação	Homem-dia	31,60	20,00	632,00
Transporte Interno	HM Tp 65cv. 4x2 + carreta 4 t	48,33	2,00	96,66
Subtotal A				3.429
B - INSUMOS				
b1. Fertilizantes (**)				
Calcário Dolomítico	R\$/tonelada	120,00	1,00	120,00
Formulado (4-30-16) + Zn	R\$/tonelada	1.063,00	0,50	531,50
Sulfato de Amônio	R\$/tonelada	594,00	0,17	100,98
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.515,00	0,06	90,90
Micronutrientes de solo	R\$/kg	0,70	0,02	0,01
Esterco de curral	R\$/tonelada	225,00	5,00	1.125,00
b2. Fitossanitário				
Espalhante Adesivo	R\$/litro	7,50	1,00	7,50
Fungicidas	R\$/kg	21,15		42,30
Inseticidas	R\$/litro	28,25		67,25
b3. Outros				
Sementes	R\$/kg	330,00	0,55	181,50
Subtotal B				2.267
C - ADMINISTRAÇÃO				
Administrador/Auxiliares	R\$/ha	463,25	1,00	463,25
Agrônomo próprio/visita	R\$/ha	109,00	1,00	109,00
Contabilidade/Escritório	R\$/ha	154,42	1,00	154,42
Luz / Telefone	R\$/ha	154,42	1,00	154,42
Viagens	R\$/ha	57,52	1,00	57,52
Impostos/Taxas	% Receita	2,30%	1,00	305,90
Arrendamento Terra	% Receita	10,00%	1,00	1.330,00
Subtotal C				2.575
Custo Total (R\$/ha/ano)				8.271
Receita (R\$/ha)				13.300
Resultado (R\$/ha)				5.029
Custo por tonelada				R\$ 236 / tonelada FOB
Preço médio em 2010/11				R\$ 380 / tonelada FOB

HM=Hora Máquina V.U.=Valor Unitário Tp=Trator de pneus

(*) Irrigação: os custos com irrigação incluem as despesas com depreciação, manutenção e energia elétrica.

(**) Insumos: Valores Médios. É necessário fazer análise de solo.

Atualizado em Agosto/2011 em Valores Nominais. Na ocasião, o dólar médio norte-americano estava cotado em R\$ 1,5951

Fonte: Informa Economics FNP



CUTN5301B

Milho 1ª Safra - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011/12

DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	7.800 kg/ha			8.580 kg/ha		
		V.U.	Qtde.	Valor	V.U.	Qtde.	Valor
A - OPERAÇÕES							
A.1. Conservação do solo							
Manutenção de terraços	HM Tp 4x4 215cv + terrac. arrasto 20x26"	131,84	0,14	18,46	131,84	0,14	18,46
A.2. Preparo do solo							
Calagem	HM Tp 165cv 4x4 + distrib. calcário 2,3 m ³	94,27	0,10	9,43	94,27	0,10	9,43
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,00	0,10	0,40	4,00	0,10	0,40
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,10	5,78	57,76	0,10	5,78
A.3. Plantio							
Plantio	HM Tp 165cv 4x4 + plantadeira	156,53	0,33	51,65	156,53	0,33	51,65
Tratamento de sementes	Misturador de sementes	20,93	0,10	2,09	20,93	0,10	2,09
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,00	0,40	1,60	4,00	0,40	1,60
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,15	8,66	57,76	0,15	8,66
A.4. Tratos culturais							
Adubação de cobertura	HM Tp 120cv 4x4 + cultivador adubador	67,30	0,40	26,92	67,30	0,40	26,92
Aplicação de Defensivos	HM Pulverizador Automotriz	151,81	0,30	45,54	151,81	0,25	37,95
Combate a formigas/cupins	HH trabalhador braçal	4,00	0,10	0,40	4,00	0,10	0,40
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,00	0,65	2,60	4,00	0,60	2,40
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,20	11,55	57,76	0,20	11,55
A.5. Colheita							
Colheita mecânica	HM Colhedora 350 cv	340,92	0,40	136,37	340,92	0,40	136,37
Serviço braçal	HH trabalhador braçal	4,00	0,20	0,80	4,00	0,20	0,80
Transportes internos	HM Caminhão Truck	57,76	0,05	2,89	57,76	0,05	2,89
<i>Subtotal A</i>				325,14			317,35
B - INSUMOS							
B.1. Fertilizantes/Corretivos							
Calcário	R\$/tonelada	85,00	0,35	29,75	85,00	0,35	29,75
Uréia	R\$/tonelada						
Sulfato de Amonio	R\$/tonelada	750,00	0,20	150,00	750,00	0,20	150,00
08-24-16 + Micronutrientes	R\$/tonelada	1.152,0	0,40	460,80	1.152,0	0,40	460,80
08-20-20 + Micronutrientes	R\$/tonelada						
Cloreto de potássio	R\$/tonelada	1.260,00	0,15	189,00	1.260,00	0,15	189,00
B.2. Sementes/Mat. plantio							
Sementes	R\$/60.000	270,00	1,00	270,00	390,00	1,00	390,00
B.3. Defensivos agrícolas							
Formicidas	R\$/kg	12,00	0,50	6,00	12,00	0,50	6,00
Herbicidas	R\$/litro	10,10	5,70	57,57	10,10	5,70	57,57
Inseticidas	R\$/litro	24,74	3,55	87,82	108,07	0,70	75,65
Fungicida		74,07	0,30	22,22	74,07	0,30	22,22
Outros		7,03	1,20	8,43	7,03	1,20	8,43
<i>Subtotal B</i>				1.281,58			1.389,42
C - ADMINISTRAÇÃO							
M.O. Administrativa	R\$/ha	20,44	1,00	20,44	20,44	1,00	20,44
Assistência Técnica	R\$/ha	13,63	1,00	13,63	13,63	1,00	13,63
Contábil/Escrítorio	R\$/ha	4,54	1,00	4,54	4,54	1,00	4,54
Luz / Telefone	R\$/ha	6,81	1,00	6,81	6,81	1,00	6,81
Conserv./Deprec. Benf.	R\$/ha	6,21	1,00	6,21	6,21	1,00	6,21
Viagens	R\$/ha	5,07	1,00	5,07	5,07	1,00	5,07
Impostos/Taxas	% Receita	2,30%	1,00	66,38	2,30%	1,00	74,00
<i>Subtotal C</i>				123,07			129,71
D - PÓS COLHEITA							
Transporte até armazém	R\$/tonelada	11,50	7,80	89,70	11,50	8,58	98,67
Recebimento/Limpeza/Secagem	R\$/tonelada	29,50	7,80	230,10	29,50	8,58	253,11
Armazenagem (1 mês)	R\$/tonelada	2,00	7,80	15,60	2,00	8,58	17,16
Taxa administrativa	R\$/tonelada	3,15	7,80	24,57	3,15	8,58	27,03
<i>Subtotal D</i>				359,97			395,97
<i>Custo Total (R\$/ha)</i>				2.089,77			2.232,44
<i>Custo Total (R\$/sc 60 kg)</i>				16,08			15,61
<i>Receita (R\$/ha)</i>				2.886,00			3.174,60
Preço Médio (R\$/sc 60 kg) *				22,20			22,20
<i>Resultado (R\$/ha)</i>				796,23			942,16
Margem sobre a venda				27,59%			29,68%
Região de referência					BA		
Tecnologia					Convenional		Transgênico

Atualizado em Agosto/2011 em Valores Nominais. Na ocasião, o dólar médio norte-americano estava cotado em R\$ 1,5951

Fonte: Informa Economics FNP

Milho



CUTN7003

Uva Niagara (Jales) - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

Espaçamento: 2,5 x 2,0 m			Produtividade Esperada:		
Densidade (pés/ ha): 2000			Ano 2 = 18 t/ha		
Região Referencial: Jales-SP			Ano 3 a 12 = 28 t/ha		
Módulo: 1 ha					
DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	FASE IMPROD. FORMAÇÃO ANO 1	PRODUÇÃO CRESCENTE ANO 2	PRODUÇÃO ESTÁVEL ANO 3 a 12
			Qtde.	Total	Qtde.
A - OPERAÇÕES MECANIZADAS					
a1. Preparo de Solo					
Gradagem Pesada	HM Tp 105cv. 4x4 + gr. ar. 16x28"	69,29	0,85	58,90	
Aração	HM Tp 75cv. 4x2 + arado 5x28"	45,75	1,86	85,10	
Gradagem Niveladora	HM Tp 75cv. 4x2 + gr. niv. 28x20"	47,00	0,83	39,01	
Calagem	HM Tp 65cv. 4x2 + distr. calc. 2,3m3	51,80	1,20	62,16	
Construção de Terraço	HM Tp 105cv. 4x2 + terrac.arr. 14x26"	83,19	1,24	103,16	
a2. Implantação					
Sulc. da Linha de Plantio	HM Tp 75cv. 4x2 + sulcador 1 linha	43,83	1,75	76,70	
Rega das Mudas	IIM Tp 65cv. 4x2 + carr. tanque 2300 l	42,91	14,00	600,74	
Construção da Parreira	HM Tp 65cv. 4x2 + carreta 2t	42,15	12,00	505,80	
Tutoramento	HM Tp 65cv. 4x2 + carreta 2t	42,15	2,60	109,59	
a3. Tratos Culturais					
Pulverização (1,41,41x)	HM Tp 14cv 4x2 + pulverizador 500l	49,22	3,30	162,43	135,00
Roçagem (2,3,3x)	HM Tp 14cv 4x2 + roçadeira	45,46	6,60	300,04	9,90
Adubação	HM Tp 14cv 4x2 + carreta 2t	42,05	3,12	131,20	12,00
Gradagem Entrelinhas (1,2,2x)	HM Tp 14cv 4x2 + gr.hidr. 12x20"	48,85	2,00	97,70	4,00
a4. Colheita					
Colheita	HM Tp 14cv 4x2 + carreta 2t	42,05			
<i>Subtotal A</i>				2.333	8.173
					8.426
B - OPERAÇÕES MANUAIS					
b1. Preparo de Solo					
Calagem	Homem-dia	37,90	0,80	30,32	
Loc. niv. terr. carr.	Homem-dia	203,15	0,50	101,57	
b2. Implantação					
Alinhamento/Sulc. Plantio	Homem-dia	37,90	2,00	75,80	
Abertura de Cova	Homem-dia	37,90	1,80	68,22	
Adubação de Plantio	Homem-dia	37,90	1,20	45,48	
Plantio	Homem-dia	37,90	12,00	454,80	
Construção da Parreira	Homem-dia	41,20	92,90	3.827,48	
Instalação da Tela	Homem-dia	37,90			
Estoqueamento	Homem-dia	37,90	10,00	379,00	
Enxertia	Homem-dia	197,70	14,00	2.767,75	
Tutoramento	Homem-dia	37,90	4,00	151,60	
Capina Manual (4,5,3x)	Homem-dia	37,90	12,00	454,80	
b3. Tratos Culturais					
Pulverização	Homem-dia	37,90	3,30	125,07	
Podas	Homem-dia	37,90			
Aplicação Cianamida (2x)	Homem-dia	37,90			
Aplicação de Regulador Vegetal	Homem-dia	37,90			
Seleção de ramos	Homem-dia	37,90			
Desneta/Alceamento	Homem-dia	37,90			
Adubação cobert. mineral (1,12,10x)	Homem-dia	37,90	0,52	19,71	
Adubação orgânica	Homem-dia	37,90	3,12	118,25	
Combate à Formiga	Homem-dia	37,90	2,80	106,12	
Irrigação	Homem-dia	37,90	2,10	79,59	
b4. Colheita					
Colheita/Carreg. (12,14x)	Homem-dia	37,90			
<i>Subtotal B</i>				8.806	6.510
VALOR A TRANSPORTAR				11.138	14.684
HM=Hora Máquina	V.U.=Valor Unitário				13.227

Uva

(continuação)

CUTN7003

Uva Niagara (Jales) - Custo de Produção (R\$/ha) - 2011

DESCRÍÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	V.U.	ANO 1		ANO 2		ANO 3 ao 12			
			Qtde.	Total	Qtde.	Total	Qtde.	Total		
C - INSUMOS (CIF)										
c1. Fertilizantes (*)										
Calcário	R\$/tonelada	90,00	3,00	270,00	1,00	90,00	1,00	90,00		
Superfostato Simples	R\$/tonelada	750,00	1,60	1.200,00	1,07	802,50	0,53	397,50		
Cloreto de Potássio	R\$/tonelada	1.295,00			0,20	259,00	0,13	168,35		
Nitrato de Amônia	R\$/tonelada	900,00	0,20	180,00						
Fórmula 20-00-20	R\$/tonelada	970,00			0,80	776,00	0,80	776,00		
Esterco Bovino	R\$/tonelada	190,00			10,60	2.014,00	6,70	1.273,00		
Esterco de Galinha	R\$/tonelada	150,00			2,70	405,00	4,00	600,00		
Micronutrientes (FTE-BR-12)	R\$/tonelada	1.000,00	0,07	70,00	0,04	40,00	0,04	40,00		
Adubo Foliar	R\$/litro	8,15			3,58	29,18	3,58	29,18		
c2. Fitossanitários										
Ethepron 720g/l	R\$/litro	174,00			3,00	522,00	3,00	522,00		
Cianamida hidrogenada	R\$/litro	41,90			8,00	335,20	8,00	335,20		
Regulador Vegetal 1	R\$/grama	4,50			12,00	54,00	14,00	63,00		
Regulador Vegetal 2	R\$/grama	4,50			6,00	27,00	7,00	31,50		
Fungicida 1	R\$/kg	13,52	0,92	12,44	25,76	348,28	25,76	348,28		
Fungicida 2	R\$/litro	110,50			0,21	23,21	0,21	23,21		
Controle Alternária	R\$/litro	267,19			0,92	245,81	0,92	245,81		
Inseticida	R\$/litro	24,54			0,46	11,29	0,46	11,29		
Formicida	R\$/frasco	7,40	3,00	22,20	1,00	7,40	1,00	7,40		
c3 Mudas										
Estacas porta-enxertos	R\$/unidade	0,95	2.000,00	1.900,00						
Borbulhas	R\$/unidade	0,20	4.000,00	800,00						
c4. Outros										
Materiais para condução do parreiral				68.887,76		2.608,27		2.546,77		
<i>Subtotal C</i>				73.342		8.598		7.508		
D - ADMINISTRAÇÃO										
Assistência Técnica	% subtotal (A+B+C)	1,0%	1,00	844,80	1,00	232,82	1,00	207,36		
Contabilidade/MDO Adm	% subtotal (A+B+C)	1,0%	1,00	844,80	1,00	232,82	1,00	207,36		
Cons. Deprec. Benf.	% subtotal (A+B+C)	1,5%	1,00	1.267,21	1,00	349,23	1,00	311,04		
Viagens	% subtotal (A+B+C)	3,0%	1,00	2.534,41	1,00	698,45	1,00	622,08		
Impostos/Taxas	% Receita	2,3%		0,00	1,00	1.163,34	1,00	1.809,64		
<i>Subtotal D</i>				5.491		2.677		3.157		
Custo Total (R\$/ha/ano)										
Receita (R\$/ha/ano)						25.958		23.893		
Resultado Acumulado (R\$/ha)				-89.972		-65.350		482.516		
Custo por ton produzida na vida útil										
Preço médio 2011				R\$ 1.191 /tonelada FOB						
					R\$ 2.810 /tonelada FOB					

Obs.: Os custos não incluem encargos financeiros sobre o custeio e nem sobre os investimentos.

(*) Insumos: Valores Médios. É necessário fazer análise de solo.

Fonte: Informa Economics FNP

Produtividade com lucratividade esperada

A pesquisa desenvolvida pelo Engenheiro Agrônomo e Pesquisador Dr. Antonio Augusto Fracaro a cada ano vem sendo utilizada por novos produtores rurais de diferentes regiões. Fracaro orienta os produtores a produzir no período que falta uva no mercado. Desta forma os produtores estão obtendo lucros que resultam em novos investimentos, desde o aumento da área plantada de uva até a reforma das benfeitorias da propriedade, aquisição de novos carros, tratores e outras propriedades. Comprovado no Simpósio de Uva Rústica realizado no município de Jales, com participação de pesquisadores, professores de universidades e produtores.

A área de produção vem aumentando em passos largos e inclusive alguns produtores, sob orientação do Dr. Fracaro já dobraram a área plantada.

Fracaro está à inteira disposição de novos produtores para orientar "a correta" aplicação da técnica de produção de uva na entressafra, ajudando a colher lucratividade e tranquilidade.

B – Valor da Produção Segundo a Ceasa/CE

EVOLUÇÃO MENSAL DOS PREÇOS A NÍVEL DE ATACADO

PRODUTO: Banana

VARIEDADE: Pacovan

UNIDADE: Cento

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2002	4,60	5,13	5,45	6,48	7,72	7,68	6,55	6,23	5,90	5,98	6,03	6,37	6,18
2003	6,73	8,00	8,00	8,01	8,18	8,36	8,39	7,89	7,03	5,83	5,35	5,59	7,28
2004	6,33	6,32	7,83	10,14	9,50	9,00	8,13	7,55	6,73	5,75	4,97	5,80	7,34
2005	6,63	7,49	8,61	10,66	11,13	10,17	10,23	9,85	8,34	7,30	7,30	6,98	8,72
2006	7,29	7,68	9,16	10,39	10,75	10,89	11,08	10,70	10,20	8,47	7,46	8,01	9,34
2007	9,25	8,64	8,88	9,89	9,58	9,55	9,85	9,25	9,05	9,48	8,10	8,59	9,18
2008	8,94	10,74	11,51	11,38	11,56	10,45	9,85	10,45	10,45	6,38	5,79	6,43	9,49
2009	12,10	12,45	13,84	12,32	11,68	11,08	11,08	10,88	10,00	8,79	7,63	9,00	10,90
2010	8,33	8,80	9,47	9,50	11,11	12,33	11,73	11,43	11,28	9,68	10,00	8,66	10,19
2011	8,95	11,03	11,92	10,71	10,53	10,89	10,10	9,81	9,64	9,52	8,84	8,90	10,07
2012	8,93	9,20	10,69	10,95	11,80	12,59	12,58	12,98	12,66	12,52	11,98	12,58	11,62
2013	14,74	17,80	21,96	23,83	24,07	23,79	22,43	23,08	21,88	19,78	16,36	17,18	20,57
2014	17,23	18,48	21,38	22,21	22,13	21,00	21,18	18,98	19,23	18,85			20,06

* O peso médio de uma banana é da ordem de 160g.

EVOLUÇÃO MENSAL DOS PREÇOS A NÍVEL DE ATACADO

PRODUTO: Coco

VARIEDADE: Verde

UNIDADE: Cento

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2002	26,25	29,75	29,93	26,50	23,19	24,69	20,25	24,00	25,00	34,25	36,00	40,67	28,37
2003	49,00	33,50	25,56	25,25	25,75	25,56	25,00	25,50	26,00	30,56	34,75	35,56	30,17
2004	36,00	38,50	34,50	30,88	25,25	22,25	30,50	35,50	38,00	36,71	34,00	37,81	33,33
2005	43,00	42,75	40,31	37,81	39,00	36,75	35,75	36,90	48,13	53,06	54,75	49,88	43,17
2006	52,00	59,00	50,88	42,75	40,00	39,00	31,00	31,00	37,25	44,63	51,56	53,13	44,35
2007	49,50	50,00	46,28	48,44	47,50	40,00	39,75	49,75	51,00	53,88	57,17	55,83	49,09
2008	53,50	52,75	53,08	50,69	46,50	44,50	46,75	47,25	48,75	60,38	73,00	71,83	54,08
2009	73,50	74,25	61,13	66,25	57,30	54,05	52,50	56,00	56,38	55,20	66,80	68,00	61,78
2010	74,50	77,50	74,78	70,00	74,00	65,88	64,00	63,50	75,38	79,50	77,92	78,38	72,94
2011	93,50	120,00	120,00	100,00	91,50	82,50	80,00	78,00	80,00	80,00	84,13	80,00	90,80
2012	82,00	80,00	80,50	80,50	79,50	78,00	80,00	76,00	80,50	94,75	100,00	103,33	84,59
2013	121,87	126,25	108,13	100,50	103,13	100,00	100,00	103,00	101,00	100,00	101,00	100,00	105,41
2014	125,00	109,00	100,00	102,25	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,00			104,53

EVOLUÇÃO MENSAL DOS PREÇOS A NÍVEL DE ATACADO

PRODUTO: Feijão **VARIEDADE:** De Corda **UNIDADE:** Saca 60 kg

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2002	110,0 0	107,5 0	77,50	55,00	52,50	61,50	67,50	107,5 0	112,5 0	95,00	87,50	105,0 0	86,58
2003	137,0 0	130,0 0	10,20	80,00	57,50	61,75	72,50	87,50	95,00	82,00	95,00	102,5 0	84,25
2004	115,5 0	156,0 0	119,0 0	87,50	80,00	73,75	94,25	109,0 0	95,00	92,00	89,25	103,7 5	101,2 5
2005	119,7 5	117,5 0	120,5 0	115,0 0	97,71	81,75	87,00	108,7 5	111,2 5	98,25	95,88	112,2 5	105,4 7
2006	117,1 3	130,5 0	165,0 0	160,6 3	86,56	64,50	69,75	76,75	83,19	96,63	91,62	90,50	102,7 3
2007	87,88	75,25	64,63	96,29	76,38	81,25	95,63	108,0 0	112,0 0	113,6 3	140,0 0	197,5 0	104,0 4
2008	215,3 3	217,5 0	201,0 9	178,5 0	102,8 8	86,25	103,2 5	133,7 5	141,3 8	135,7 5	138,1 3	127,5	148,4 4
2009	138,2 5	219,3 8	92,00	88,13	87,50	88,75	98,00	66,25	120,0 0	114,8 8	130,0 0	200,0 0	120,2 6
2010	188,7 5	90,38	145,5 0	220,0 0	143,1 3	140,6 3	141,2 5	140,0 0	179,3 8	274,3 8	266,2 5	232,5 0	180,1 8
2011	225,0 0	130,6 3	125,6 3	155,7 5	136,2 5	115,0 0	116,6 3	123,7 5	144,5 0	139,0 0	147,1 3	175,7 5	144,5 8
2012	199,6 3	176,2 5	194,0 0	309,8 8	244,5 0	150,0 0	155,0 0	180,0 0	188,7 5	211,8 8	270,0 0	265,0 0	212,0 7
2013	288,7 5	340,0 0	341,2 5	348,7 5	258,1 3	122,5 0	117,2 5	114,3 8	142,5 0	173,1 3	221,2 5	270,0 0	228,1 6
2014	265,6 3	205,0 0	188,7 5	163,7 5	124,3 8	94,38	90,94	86,88	107,5 0	100,0 0			142,7 2

EVOLUÇÃO MENSAL DOS PREÇOS A NÍVEL DE ATACADO

PRODUTO: Limão VARIEDADE: Casca Fina UNIDADE: kg

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2002	1,84	1,85	1,99	1,98	1,88	2,05	2,68	6,28	6,83	6,98	6,63	6,63	3,97
2003	3,58	3,25	3,05	3,25	3,13	3,12	2,53	3,92	5,43	4,93	3,64	3,64	3,62
2004	3,03	3,09	3,00	2,97	2,22	1,61	2,43	5,78	5,58	5,22	4,35	3,77	3,59
2005	3,53	2,99	3,19	2,88	2,75	2,74	2,87	3,19	5,57	5,45	3,57	3,14	3,49
2006	3,17	3,09	3,10	3,23	3,17	2,93	2,91	2,93	7,27	7,39	3,78	4,30	3,94
2007	3,01	2,44	3,21	3,22	3,24	2,63	2,24	4,50	4,86	6,84	4,61	3,63	3,70
2008	3,50	4,23	4,38	4,24	3,71	3,93	3,44	4,64	6,81	7,24	6,03	5,00	4,76
2009	2,55	2,91	2,94	5,26	4,99	4,73	4,74	6,28	6,80	5,70	5,00	6,60	4,88
2010	3,75	4,02	6,72	6,50	5,14	4,66	4,58	4,62	6,56	7,53	6,97	6,13	5,60
2011	5,68	4,74	4,92	4,50	4,26	4,50	4,56	6,53	7,33	8,23	5,91	6,04	5,60
2012	6,75	7,26	7,45	7,53	7,95	7,61	6,90	8,58	8,23	9,30	10,16	12,03	8,31
2013	2,12	1,90	1,78	1,96	1,48	1,34	1,42	1,74	2,10	2,95	2,89	2,22	1,99
2014	1,78	1,59	1,81	1,85	1,78	1,74	2,02	2,67	2,83	2,83			2,09

EVOLUÇÃO MENSAL DOS PREÇOS A NÍVEL DE ATACADO
PRODUTO: Manga **VARIEDADE: Tommy** **UNIDADE: kg**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2002	0,53	0,66	0,72	1,02	1,22	1,67	1,09	0,98	1,05	0,90	0,77	0,64	0,94
2003	0,78	0,93	1,00	1,01	1,02	1,54	1,45	1,33	1,30	0,77	0,60	0,65	1,03
2004	0,82	0,79	1,13	1,30	1,42	2,28	1,49	1,00	0,84	0,87	0,69	0,69	1,11
2005	0,71	0,88	0,91	0,95	0,99	1,25	1,49	1,62	1,42	0,76	0,68	0,68	1,03
2006	0,71	0,73	0,94	1,00	0,96	0,89	1,31	1,60	1,74	1,41	0,85	0,72	1,07
2007	1,07	1,34	1,25	1,20	0,98	1,50	1,81	1,08	0,96	1,06	0,85	0,88	1,17
2008	0,83	0,94	0,87	0,99	1,19	1,26	1,37	1,41	1,64	1,27	1,01	0,83	1,13
2009	1,43	1,54	1,39	1,38	1,23	1,38	1,45	1,33	1,71	1,68	0,85	0,83	1,35
2010	0,89	1,00	1,01	1,00	1,22	1,35	1,58	1,65	1,36	0,98	0,89	0,76	1,14
2011	0,68	0,78	1,00	1,13	1,48	1,51	1,37	1,44	1,34	1,29	1,15	1,19	1,19
2012	1,15	1,46	1,84	1,66	1,44	1,64	1,58	1,46	1,68	1,52	1,24	1,24	1,49
2013	1,16	1,37	1,89	1,96	2,62	3,04	2,20	2,41	2,01	1,43	1,35	1,52	1,91
2014	1,76	1,98	1,84	1,77	1,76	1,51	1,72	2,31	2,57	1,59			1,88

EVOLUÇÃO MENSAL DOS PREÇOS A NÍVEL DE ATACADO
PRODUTO: Melancia **VARIEDADE:** **UNIDADE: kg**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2002	0,35	0,39	0,32	0,36	0,36	0,35	0,34	0,30	0,29	0,29	0,28	0,34	0,33
2003	0,39	0,33	0,32	0,36	0,35	0,42	0,48	0,34	0,28	0,28	0,27	0,28	0,34
2004	0,30	0,47	0,63	0,60	0,51	0,42	0,32	0,35	0,35	0,34	0,29	0,38	0,41
2005	0,37	0,48	0,51	0,41	0,40	0,36	0,57	0,44	0,28	0,26	0,27	0,35	0,39
2006	0,34	0,37	0,44	0,47	0,37	0,34	0,53	0,49	0,49	0,46	0,40	0,41	0,43
2007	0,43	0,42	0,44	0,48	0,39	0,45	0,41	0,26	0,32	0,33	0,36	0,35	0,39
2008	0,31	0,39	0,45	0,52	0,58	0,67	0,67	0,39	0,43	0,46	0,44	0,45	0,48
2009	0,46	0,47	0,46	0,59	0,62	0,75	0,71	0,55	0,35	0,30	0,32	0,36	0,49
2010	0,38	0,47	0,64	0,55	0,58	0,54	0,42	0,44	0,58	0,46	0,43	0,42	0,49
2011	0,48	0,49	0,52	0,58	0,73	0,79	0,68	0,59	0,52	0,51	0,50	0,51	0,57
2012	0,50	0,62	0,77	0,77	0,63	0,54	0,54	0,64	0,67	0,64	0,56	0,62	0,62
2013	0,62	0,64	0,69	0,68	0,73	0,71	0,67	0,66	0,70	0,62	0,63	0,68	0,67
2014	0,78	0,68	0,81	0,89	0,75	0,73	0,73	0,72	0,73	0,77			0,76

EVOLUÇÃO MENSAL DOS PREÇOS A NÍVEL DE ATACADO
PRODUTO: Milho **VARIEDADE: Grãos** **UNIDADE: Saca 60 kg**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2002	22,50	22,00	24,00	20,50	21,00	21,50	21,00	20,50	22,00	25,00	31,50	34,50	23,83
2003	58,00	34,50	35,00	37,00	37,75	32,25	28,00	26,00	26,00	26,50	26,50	26,50	32,83
2004	26,00	26,00	26,00	26,00	32,00	28,75	26,50	26,25	25,75	26,00	26,00	26,00	26,77
2005	32,75	28,50	30,25	32,75	32,50	30,25	26,25	26,50	27,00	27,13	26,88	27,06	28,98
2006	28,69	35,00	36,00	34,75	34,00	28,50	31,13	25,75	23,56	24,84	25,38	28,00	29,63
2007	32,50	32,25	32,00	32,19	32,25	33,00	31,25	30,00	30,25	32,20	25,38	26,50	30,81
2008	38,94	39,50	39,50	43,13	39,50	39,50	29,81	28,30	28,00	28,00	27,00	26,00	33,93
2009	32,00	32,50	30,00	31,88	32,50	30,00	32,88	29,88	30,00	29,63	32,00	33,00	31,36
2010	28,25	34,50	33,50	36,00	35,75	33,75	31,88	31,75	39,00	40,50	39,25	44,50	35,72
2011	44,75	44,25	48,88	51,06	47,38	42,80	39,88	38,75	41,25	41,75	42,38	40,25	43,61
2012	44,75	40,25	42,25	42,88	41,75	40,00	39,00	46,63	49,00	49,38	47,75	47,50	44,26
2013	53,50	52,38	52,38	53,50	47,38	43,00	42,75	42,75	40,00	40,00	40,00	40,00	45,64
2014	40,00	40,00	41,25	42,63	43,00	42,88	39,63	37,50	37,00	35,88			39,98

EVOLUÇÃO MENSAL DOS PREÇOS A NÍVEL DE ATACADO
PRODUTO: Uva **VARIEDADE: Itália** **UNIDADE: Caixa 7 kg**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2002	10,63	10,21	11,74	11,23	11,30	10,44	10,05	10,18	10,63	13,73	14,98	14,34	11,62
2003	14,08	14,25	15,39	13,98	13,98	12,91	13,95	14,17	15,75	15,84	14,43	15,27	14,50
2004	61,80	57,15	56,65	51,25	41,30	41,70	40,60	41,00	53,13	62,64	53,50	56,15	51,41
2005	53,95	51,20	52,48	53,28	51,33	44,15	51,90	57,15	57,93	55,69	57,88	60,25	53,93
2006	63,50	60,75	61,65	53,25	45,00	46,58	58,90	58,25	53,00	60,63	61,13	63,25	57,16
2007	57,06	59,33	59,25	58,06	53,00	53,69	53,25	41,75	51,75	61,19	62,83	65,33	56,37
2008	63,08	54,64	53,35	54,69	53,44	53,44	56,75	61,75	56,00	56,81	56,25	59,75	56,66
2009	62,50	67,15	65,13	60,75	51,30	41,70	53,85	63,90	64,75	62,50	61,00	60,00	59,54
2010	70,94	70,75	64,63	70,00	55,31	50,75	66,75	61,00	51,06	60,69	60,15	56,81	61,57
2011	54,25	58,50	72,00	70,00	60,50	58,00	60,00	52,25	56,75	59,75	61,88	67,75	60,97
2012	67,25	61,75	63,50	62,88	58,90	57,25	57,75	53,75	56,31	56,56	57,25	62,42	59,63
2013	63,40	68,75	82,25	83,50	81,19	74,88	61,38	54,75	55,00	57,50	61,00	61,58	67,10
2014	71,25	84,00	85,63	81,00	66,00	59,25	51,25	59,75	66,00	81,25			70,54

C – Orçamentos dos Sistemas de Irrigação

Área de 2,0 ha, fonte hídrica água superficial

Item	Descrição	Referência	Unidade	Quantidade Real	Quantidade Ajustada	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1	Linha Lateral						
1.1	Aspersor tipo spray, ref. 1804 SAM, marca Rain Bird ou similar	Orse/SE	und	154	154	28,29	4.356,66
1.2	Tubo PVC p/irrigação LF PN 40 JE Ø 50mm, linha Irriga-LF, Tigre ou similar, incluindo acessórios	Orse/SE	m	1.672,00	2.090,00	4,95	8.276,40
2	Linha Principal						
2.1	Tubo PVC p/irrigação LF PN 80 JE Ø 100mm, linha Irriga-LF, Tigre ou similar, incluindo acessórios e instalação	Orse/SE	m	161,50	226,10	27,34	4.415,41
2.2	Tubo PVC p/irrigação LF PN 80 JE Ø 75mm, linha Irriga-LF, Tigre ou similar, incluindo acessórios e instalação	Orse/SE	m	90,00	126,00	14,00	1.260,00
3	Conjunto Elevatório						
3.1	Bomba centrífuga de 15 CV	Seinfra/CE	und	1	1	2.694,59	2.694,59
3.2	Painel elétrico com chave de partida direta	Orse/SE	und	1	1	1.850,00	1.850,00
3.3	Casa de bombas (1.5X1.5) m, em alvenaria e concreto	Seinfra/CE	und	1	1	592,15	592,15
TOTAL							13.485,27
Custo por ha							6.742,64

Área de 20,0 ha, fonte hídrica água superficial

Item	Descrição	Referência	Unidade	Quantidade Real	Quantidade Ajustada	Custo Unitário	Custo Total
						(R\$)	(R\$)
1	Linha Lateral						
1.1	Aspersor tipo spray, ref. 1804 SAM, marca Rain Bird ou similar	Orse/SE	und	154	154	28,29	4.356,66
1.2	Tubo PVC p/irrigação LF PN 40 JE Ø 50mm, linha Irriga-LF, Tigre ou similar, incluindo acessórios	Orse/SE	m	1.672,00	2.090,00	4,95	8.276,40
2	Linha Secundária						
2.1	TUBO PVC rígido ocre JE DN 200 (NBR-7362), incluindo acessórios e instalação	Seinfra/CE	m	302,00	422,80	41,54	12.545,08
2.2	Tubo PVC p/irrigação LF PN 80 JE Ø 150mm, linha Irriga-LF, Tigre ou similar, incluindo acessórios e instalação	Orse/SE	m	432,00	604,80	34,88	15.068,16
2.3	Tubo PVC p/irrigação LF PN 80 JE Ø 100mm, linha Irriga-LF, Tigre ou similar, incluindo acessórios e instalação	Orse/SE	m	252,00	352,80	27,34	6.889,68
3	Linha Principal						
3.1	TUBO PVC rígido ocre JE DN 250 (NBR-7362), incluindo acessórios e instalação	Seinfra/CE	m	130,00	182,00	69,87	9.083,10
3.2	TUBO PVC rígido ocre JE DN 200 (NBR-7362), incluindo acessórios e instalação	Seinfra/CE	m	160,00	224,00	41,54	6.646,40
4	Conjunto Elevatório						
4.1	Bomba centrífuga de 25 CV	Seinfra/CE	und	3	3	4.937,11	14.811,33
4.2	Painel elétrico com chave de partida direta	Orse/SE	und	3	3	1.850,00	5.550,00
4.3	Casa de bombas (1.5X1.5) m, em alvenaria e concreto	Seinfra/CE	und	3	3	592,15	1.776,45
TOTAL							85.003,26
Custo por ha							4.250,16

Área de 2,0 ha, fonte hídrica água subterrânea

Item	Descrição	Referência	Unidade	Quantidade Real	Quantidade Ajustada	Custo Unitário	Custo Total
						(R\$)	(R\$)
1	Linha Lateral						
1.1	Aspersor tipo spray, ref. 1804 SAM, marca Rain Bird ou similar	Orse/SE	und	7	7	28,29	198,03
1.2	Tubo PVC p/irrigação LF PN 40 JE Ø 50mm, linha Irriga-LF, Tigre ou similar, incluindo acessórios	Orse/SE	m	76,00	95,00	4,95	376,20
2	Linha Principal						
2.1	Tubo PVC p/irrigação LF PN 40 JE Ø 50mm, linha Irriga-LF, Tigre ou similar, incluindo acessórios e instalação	Orse/SE	m	251,00	351,40	27,34	6.862,34
3	Conjunto Elevatório						
3.1	Bomba submersa de 15 CV	Seinfra/CE	und	1	1	2.694,59	2.694,59
3.2	Poço tubular de 6", incluindo perfuração e instalação e excluindo a bomba submersa	Seinfra/CE	und	200,00	1	170,40	34.080,00
3.3	Painel elétrico com chave de partida direta	Orse/SE	und	1	1	1.850,00	1.850,00
3.4	Casa de bombas (1.5X1.5) m, em alvenaria e concreto	Seinfra/CE	und	1	1	592,15	592,15
TOTAL							46.653,31
Custo por ha							23.326,66