

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO
DE CULTURAS NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM / SP**

FLÁVIO GRAMOLELLI JÚNIOR

CAMPINAS
DEZEMBRO DE 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO
DE CULTURAS NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM / SP**

Dissertação de Mestrado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Agrícola, na área de
concentração em Água e Solo.

FLÁVIO GRAMOLELLI JÚNIOR

Orientador: Prof. Dr. Edson Eiji Matsura

Co-orientadora: Prof. Dra. Mara de Andrade Marinho Weill

CAMPINAS
DEZEMBRO DE 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

G762d Gramolelli Júnior, Flávio
Diagnóstico do uso da água na irrigação de culturas
na bacia do Rio Jundiaí-Mirim / SP / Flávio Gramolelli
Júnior. --Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientadores: Edson Eiji Matsura, Mara de Andrade
Marinho Weill

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Irrigação
agrícola. 3. Água - Uso. I. Matsura, Edson Eiji. II.
Weill, Mara de Andrade Marinho. III. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
Agrícola. IV. Título.

Titulo em Inglês: Diagnose of water use on irrigation of crops in hydrological
basin of Jundiaí-Mirim river / SP

Palavras-chave em Inglês: GIS - Geographical information system, Farmer's
catalog, Tariff for use of water

Área de concentração: Água e Solo

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Jener Fernando Leite de Moraes, José Teixeira Filho,
Rubens Duarte Coelho

Data da defesa: 22/12/2004

“O rio atinge seus objetivos porque aprendeu a contornar os obstáculos”

Lao Tse

A meus pais Flávio e Mafalda, pelo acompanhamento nos estudos e na vida,
e a minha esposa Mariana, pela compreensão e apoio em todos os momentos deste trabalho,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho pois, de certa forma, são participantes tanto quanto o autor. Gostaria de agradecer especialmente a:

- Dr. Edson Eiji Matsura, pelo aceite, amizade, compreensão e pelo foco na qualidade da irrigação e na cobrança pelo uso de recurso hídrico;
- Dra. Mara de Andrade Marinho Weill, pela preocupação com o planejamento e pelas preciosas dicas, especialmente durante a visita de campo;
- Dr. Jener Fernando Leite de Moraes, pesquisador científico do IAC, pela gentileza e dedicação nos atendimentos, pelo fornecimento de todos os dados solicitados e pela confiança ao emprestar os equipamentos;
- Eng. Milton Takeo, Diretor de Operação da DAE S/A, pela amizade e pela costumeira e cordial atenção no fornecimento de informações;
- Unicamp, especialmente à FEAGRI, docentes e funcionários, pela calorosa acolhida e pelo espaço de aulas e pesquisa;
- Professoras Lucimar Canonico de Santi e Lígia Gambini Domingues de Oliveira pelas correções dos “abstract” relacionados a este trabalho;
- João Paulo de Carvalho, bolsista de treinamento técnico do IAC, pelo auxílio na atualização do banco de dados em SIG e elaboração dos mapas.
- FAPESP, pelo apoio ao Programa de Pesquisa em Políticas Públicas “Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da bacia do rio Jundiaí-Mirim”, base do presente trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – JUSTIFICATIVA	3
1.2 – HIPÓTESE	3
1.3 – OBJETIVOS	4
1.1.1 – OBJETIVO GERAL	4
1.1.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 – DIAGNÓSTICO DA AGRICULTURA IRRIGADA	5
2.1.1 – AGRICULTURA NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM	7
2.2 – USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO DE CULTURAS	10
2.2.1 – EFICIÊNCIA DA IRRIGAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA	12
2.2.2 – QUANTIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA	13
2.2.3 – COBRANÇA PELO USO DE RECURSO HÍDRICO	17
3 – MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 – LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE AGRICULTORES IRRIGANTES	21
3.2 – QUESTIONÁRIOS-DIAGNÓSTICOS	21
3.3 – ETAPA I: CADASTRO E CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO	22
3.3.1 – CADASTRO DA UPA IRRIGADA	23
3.3.2 – CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO	24

3.3.3 – COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	25
3.3.4 – INTERESSE EM RESPONDER Q2	25
3.4 – ETAPA II: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA IRRIGAÇÃO	25
3.4.1 – PARÂMETROS USADOS NA AVALIAÇÃO DO IQI	26
3.5 – ETAPA III: VERIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	29
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 – RESULTADOS DA ETAPA I	30
4.1.1 – BANCO DE DADOS DE AGRICULTORES IRRIGANTES	31
4.1.2 – TIPO DE IRRIGAÇÃO	32
4.1.3 – CULTURA IRRIGADA	33
4.1.4 – LIXO	33
4.1.5 – ESGOTO	34
4.1.6 – APARÊNCIA DA ÁGUA	35
4.1.7 – COBERTURA VEGETAL DAS MARGENS	35
4.1.8 – LOTEAMENTOS	36
4.1.9 – PRESENÇA DE BARREIRAS NO RIO	36
4.1.10 – ESTRADA	37
4.1.11 – PREOCUPAÇÃO COM A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	37
4.1.12 – INTERESSE EM RESPONDER Q2	37
4.1.13 – TEMPO DE ENTREVISTA	38
4.1.14 – JORNADA SOBRE AGRICULTURA IRRIGADA	38
4.2 – RESULTADOS DA ETAPA II	39
4.2.1 – AVALIAÇÃO DO IQI	39
4.2.2 – COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE	40
4.2.3 – QUALIDADE DA ÁGUA	41
4.2.4 – CONTROLE DA UMIDADE DO SOLO	41
4.2.5 – CONTROLE DA EROSÃO	42
4.2.6 – CONHECIMENTO SOBRE O CICLO DA PLANTA	42
4.2.7 – PRODUTIVIDADE	42
4.2.8 – PROJETO DE IRRIGAÇÃO	43

4.2.9 – DIMENSIONAMENTO DA BOMBA	43
4.2.10 – HORÁRIO DE IRRIGAÇÃO	44
4.2.11 – TEMPO DE IRRIGAÇÃO	44
4.2.12 – VAZAMENTOS	45
4.2.13 – ESPAÇAMENTO ENTRE ASPERSORES	45
4.2.14 – ASSISTÊNCIA TÉCNICA E MANUTENÇÃO PREVENTIVA	45
4.2.15 – AUTO-AVALIAÇÃO	46
4.2.16 – TEMPO DE ENTREVISTA	46
4.3 – RESULTADOS DA ETAPA III	47
4.3.1 – ATUALIZAÇÃO DO MAPA DE USO E OCUPAÇÃO AGRÍCOLA DO SOLO	47
4.3.2 – EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS	48
4.3.3 – DESATIVAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	48
5 – CONCLUSÕES	49
5.1 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	49
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO 1 – QUESTIONÁRIOS-DIAGNÓSTICOS	56
ANEXO 2 – FIGURAS	61
ANEXO 3 – TABELAS	83

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Localização da bacia do rio Jundiaí-Mirim na UGRHI-PCJ.	62
Figura 2: Bacia do rio Jundiaí-Mirim abrange áreas dos municípios de Jundiaí, Jarinú e Campo Limpo Paulista.	63
Figura 3: M0 – mapa de uso agrícola do solo da bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, utilizado na pesquisa de campo.	64
Figura 4: Mapa da bacia do rio Jundiaí-Mirim com a indicação dos pontos de captação de água georeferenciados, após a etapa I.	65
Figura 5: Sistemas de irrigação encontrados na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	66
Figura 6: Quantificação das culturas irrigadas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	66
Figura 7: Distribuição percentual do lixo encontrado próximo aos pontos de captação de água para irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	67
Figura 8: Quantificação dos sistemas de esgotamento sanitário nas UPAs irrigadas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	67
Figura 9: Representação percentual da aparência da água captada para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	68
Figura 10: Representação percentual da cobertura vegetal das margens no ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	68
Figura 11: Representação percentual da quantidade de loteamentos próximos às UPAs irrigadas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	68
Figura 12: Quantificação percentual do tipo de barreira encontrado próximo ao ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	69
Figura 13: Representação percentual do pavimento das estradas de acesso ao ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	69
Figura 14: Quantificação percentual da preocupação com a cobrança pelo uso da água na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	69

Figura 15: Quantificação percentual do interesse dos entrevistados na etapa I em responder ao questionário-diagnóstico da etapa II.	70
Figura 16: Representação gráfica do tempo de entrevistas na etapa I.	70
Figura 17: Quantificação percentual do IQI obtido através de Q2.	71
Figura 18: Resultado do IQI nas UPAs pesquisadas na bacia do rio Jundiaí-Mirim, após a etapa II.	71
Figura 19: Percentagem dos irrigantes entrevistados que realizam coleta de água para análise da sua qualidade.	72
Figura 20: Representação gráfica da consideração sobre a qualidade da água utilizada na irrigação.	72
Figura 21: Gráfico indicativo da percentagem dos entrevistados que realizam o controle da umidade do solo.	72
Figura 22: Gráfico indicativo da percentagem das respostas sobre o controle da erosão nas UPAs irrigadas da bacia do rio Jundiaí-Mirim.	73
Figura 23: Gráfico indicativo da percentagem dos entrevistados que conhecem o ciclo da planta e realizam a irrigação de acordo com ele.	73
Figura 24: Gráfico indicativo da consideração dos agricultores entrevistados sobre a produtividade da UPA irrigada.	73
Figura 25: Gráfico indicativo da existência de projetos de irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	74
Figura 26: Gráfico indicativo do dimensionamento da bomba de captação de água para irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	74
Figura 27: Gráfico indicativo do horário de irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	74
Figura 28: Gráfico indicativo do tempo de irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	75
Figura 29: Gráfico indicativo da quantidade de vazamentos no sistema de irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	75
Figura 30: Gráfico indicativo do dimensionamento do espaçamento entre aspersores na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	75

Figura 31: Gráfico indicativo da existência de assistência técnica e de manutenção preventiva dos sistemas de irrigação das UPAs da bacia do rio Jundiaí-Mirim.	76
Figura 32: Gráfico indicativo da auto-avaliação sobre a qualidade da irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	76
Figura 33: Gráfico indicativo do tempo de entrevista com Q2, durante a etapa II.	76
Figura 34: M1 - mapa de uso agrícola do solo na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, atualizado em dezembro de 2003, a partir da pesquisa de campo durante as etapas I e II.	77
Figura 35: M2 - mapa de uso e ocupação agrícola do solo na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, atualizado em junho de 2004, a partir da pesquisa de campo da etapa III.	78
Figura 36: Mapa de uso agrícola do solo na sub-bacia do Córrego Pitangal em 2002.	79
Figura 37: Mapa de uso agrícola do solo na sub-bacia do Córrego Pitangal atualizado em dezembro de 2003 com os dados da pesquisa de campo da etapa I.	80
Figura 38: Mapa de uso agrícola do solo na sub-bacia do Córrego Pitangal atualizado em junho de 2004 com os dados da pesquisa de campo da etapa III.	81
Figura 39: Mapa da bacia do rio Jundiaí-Mirim com os pontos de captação de água para irrigação incluídos no banco de dados em SIG, após a etapa III.	82

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Tempo de pesquisa e distância percorrida em cada etapa.	83
Tabela 2: Distribuição das etapas, períodos e atividades da pesquisa de campo.	83
Tabela 3: Número de bombas de captação e pontos georeferenciados nas sub-bacias hidrográficas do Rio Jundiaí-Mirim.	84
Tabela 4: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos cadastrados na etapa I – 1º período.	85
Tabela 5: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos cadastrados na etapa I – 2º período.	86
Tabela 6: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos cadastrados na etapa I – 3º período.	86
Tabela 7: Quantidade e tipo de irrigação na bacia hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim.	87
Tabela 8: Culturas irrigadas e pontos de captação de água.	88
Tabela 9: Lixo encontrado próximo do ponto de captação de água para irrigação.	89
Tabela 10: Destinação do esgoto produzido nas UPAs da bacia do rio Jundiaí-Mirim.	89
Tabela 11: Aparência da água nos mananciais de captação de água para irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.	90
Tabela 12: Cobertura vegetal das margens dos pontos de captação de água.	90
Tabela 13: Loteamentos próximos aos pontos de captação de água.	91
Tabela 14: Presença de barreiras no rio.	91
Tabela 15: Estrada de acesso aos pontos de captação de água para irrigação.	92
Tabela 16: Produtor preocupado com a cobrança pelo uso da água.	92
Tabela 17: Interesse em responder a um questionário para avaliar a qualidade na irrigação.	93
Tabela 18: Motivo da resposta “outro” para a pergunta sobre o interesse em responder a um segundo questionário para avaliar a qualidade na irrigação.	93
Tabela 19: Tempo de entrevista em cada UPA, durante a etapa I.	94

Tabela 20: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos cadastrados na etapa II.	95
Tabela 21: Avaliação do IQI pela soma dos pontos obtidos.	95
Tabela 22: Soma dos pontos obtidos pelas UPAs irrigadas na avaliação do IQI.	96
Tabela 23: Coleta e análise da qualidade de água.	96
Tabela 24: Consideração sobre a qualidade da água de irrigação.	96
Tabela 25: Controle da umidade do solo.	97
Tabela 26: Controle da erosão.	97
Tabela 27: Conhecimento do ciclo da planta.	97
Tabela 28: Consideração sobre a produtividade.	97
Tabela 29: Projeto de irrigação.	98
Tabela 30: Dimensionamento da bomba.	98
Tabela 31: Horário de irrigação.	98
Tabela 32: Tempo de irrigação.	98
Tabela 33: Vazamentos no sistema de irrigação.	99
Tabela 34: Dimensionamento do espaçamento entre os aspersores.	99
Tabela 35: Assistência técnica e manutenção preventiva.	99
Tabela 36: Opinião do produtor sobre a qualidade da irrigação na UPA.	99
Tabela 37: Tempo de entrevista em cada UPA, durante a etapa II.	100
Tabela 38: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos de captação verificados na etapa III.	100
Tabela 39: Comparação da porcentagem da área ocupada pelos diversos usos agrícolas na bacia do rio Jundiaí-Mirim em 2002, com as atualizações em 2003 e 2004 a partir do SIG.	101

LISTA DE ABREVIATURAS

APA – Área de Proteção Ambiental

CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental

CBH-PCJ – Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

Consórcio PCJ – Consórcio Intermunicipal dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

CUC – coeficiente de uniformidade de Christiansen

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo

GPS – Global Position System

Ha – hectares

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas

IAP – Índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público

IET – Índice do Estado Trófico

IPMCA – Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática

IQA – Índice de qualidade da água

IQI – Índice de Qualidade da Irrigação

ISTO – Índice de substâncias tóxicas e organolépticas

IVA – Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática

L/s – litros por segundo

LUPA – Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo

M0 – mapa de uso agrícola do solo da bacia do rio Jundiaí-Mirim

M1 – mapa de uso agrícola do solo da bacia do rio Jundiaí-Mirim atualizado em dez/2003

M2 – mapa de uso agrícola do solo da bacia do rio Jundiaí-Mirim atualizado em jun/2004

PCJ-Federal – Comitê Federal das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

Q1 – Questionário-diagnóstico utilizado na etapa I

Q2 – Questionário-diagnóstico utilizado na etapa II

SIG – Sistema de Informação Geográfica

UGRHI-PCJ – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

UPAs – Unidades de Produção Agrícola

RESUMO

Pesquisas recentes apontam que o uso da água na agricultura representa cerca de 60% do consumo total de água doce no Brasil e que boa parte dos sistemas de irrigação não possuem controle do uso da água para essa atividade. Estima-se, ainda, que 40% da água destinada à irrigação é perdida por percolação e escoamento superficial, o que pode causar impactos diretos no solo e na água tais como erosão, lixiviação de nutrientes, compactação do solo e selamento superficial, além do assoreamento de corpos d'água, diminuição da qualidade e desperdício do recurso hídrico, promovendo o impacto ambiental negativo na bacia hidrográfica. Com a regulamentação da legislação que prevê a cobrança pelo uso da água, a agricultura irrigada deverá merecer especial atenção, incluindo programas de orientação para o manejo correto dos equipamentos, disseminando conhecimento acerca de conservação da qualidade da água e do solo. O presente estudo foi realizado nas áreas irrigadas dos municípios de Jundiaí, Jarinú e Campo Limpo Paulista, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, no Estado de São Paulo (Brasil), e teve por objetivo desenvolver uma metodologia para a realização de diagnóstico sobre o uso da água na irrigação de culturas em uma bacia hidrográfica e para o cadastramento de agricultores irrigantes. O estudo também incluiu a avaliação simplificada da qualidade da irrigação nas propriedades rurais a partir de um índice de qualidade da irrigação (IQI) baseado em parâmetros indicadores de qualidade relacionados à água, ao solo, à cultura irrigada e ao manejo da irrigação. No desenvolvimento da metodologia foram utilizados pesquisas de campo com questionários, Sistema de Posicionamento Global (GPS), Sistema de Informação Geográfica (SIG) e programas computacionais específicos para estes sistemas. Com os resultados obtidos foi elaborado o diagnóstico do uso da água pela irrigação local e disponibilizado um banco de dados em SIG, para o uso de órgãos públicos e interessados no desenvolvimento de políticas de gerenciamento agroambiental e de recursos hídricos. Também foi possível avaliar o conhecimento dos agricultores sobre a cobrança pelo uso de recurso hídrico e desenvolver uma metodologia para a estimar a qualidade da irrigação a partir de um índice simplificado (IQI), com a identificação de aspectos relacionados ao uso de sistemas de irrigação.

ABSTRACT

Recent researches demonstrate that the use of water for agriculture represents 60% of total consumption of freshwater in Brazil and that many irrigation systems do not have any control of the use of water for this activity. Also, it is estimated that 40% of the water applied in irrigation is misused by percolation and superficial drainage, what generates a great number of impacts to soil and water, such as compactation and sealing of superficial soil, silting up of water bodies, decrease of quality, and wasting of hydric resource, promoting a negative effect on the river basin. With the duty of payment of a tariff for use of water, irrigated agriculture will deserve special attention, with the development of education programs to stimulate the correct handling of equipments and to disseminate knowledge about water and soil conservation. This study was carried out on irrigated areas in Jundiaí, Jarinú and Campo Limpo Paulista County, located in the Jundiaí-Mirim River basin, in São Paulo state (Brazil), with the purpose to develop a simple methodology to diagnose the use of water for crop irrigation in the area and to catalog the farmers. It also included an evaluation of the irrigation quality process in the farms using an Irrigation Quality Index (IQI), which is based on parameters related to water, soil, irrigated crop and handling of equipments. In the methodology development, it was used field research with questionnaires, Global Position System (GPS), Geographical Information System (GIS) and specific software for these systems. With the obtained results, it was elaborated the analysis of the use of water in local irrigation and organized a digital databank, available for use by public institutions and other people interested on the development of public policies on environmental monitoring and water resources. It was also possible to evaluate the farming knowledge about the duty of payment of a tariff for use of water, and to develop a methodology to estimate de quality of irrigation with some simple parameters that identify aspects related to the use of irrigation systems.

1 - INTRODUÇÃO

Apesar da água ser um dos recursos naturais mais abundantes na natureza, diversos autores afirmam que o recurso hídrico disponível para o homem utilizar em suas atividades diárias não chega a ser 1% do total da substância existente no planeta. Com o acelerado crescimento populacional, industrial e agrícola do século passado, o recurso mineral – antes tido como um bem inesgotável – está cada vez mais escasso em diversas regiões do mundo e cada vez mais poluído e contaminado, o que limita seu uso. De fato, a qualidade e a quantidade de água disponível depende do uso e da ocupação do solo em torno dos mananciais e de toda a bacia hidrográfica das quais esses mananciais fazem parte.

Há décadas, uma das maiores preocupações de governos, organismos mundiais e cientistas está relacionada ao suprimento mundial de água e de alimentos neste século XXI. A maioria das projeções indica que caminhamos para uma situação de extrema escassez, ou mesmo de falta d'água, dentro de 50 anos, se esse insumo não for administrado dentro de padrões que assegurem a sua disponibilidade e preservem a sua qualidade (VILLIERS, 2002).

A irrigação tem sido apontada, ao logo das últimas décadas, como uma atividade com alto consumo de água. É fato que as plantas necessitam deste recurso mineral e, dependendo da cultura, a demanda para a produção de alimentos pode variar bastante. Entretanto, o desperdício de água na agricultura é, da mesma forma como em qualquer centro urbano, bastante significativo.

RAPOSO (1979) publicou que “actualmente, à medida que se vai verificando que as disponibilidades de água doce à superfície terrestre se tornam cada vez mais insuficientes para as crescentes necessidades do homem – em face das múltiplas utilizações do precioso líquido (consumos domésticos, industriais, agrícolas e pecuários, etc.) –, problema que se agrava com o aumento da poluição, não pode continuar a fazer-se como noutros tempos, ou seja, a realizar as regas de qualquer maneira”. De fato, o desperdício da água em sistemas de irrigação causa impactos negativos ao solo e à própria água, dentre eles a erosão, a lixiviação de nutrientes, a compactação, o assoreamento dos corpos d'água e a sua contaminação por agroquímicos.

Com a finalidade de reconhecer a água como um bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, bem como incentivar a racionalização do uso da água, a Lei Estadual nº 7663/91 e a Lei Federal nº 9433/97 instituíram a cobrança pelo uso de recursos

hídricos, prevista há muito tempo no Código das Águas, de 1934. Por isso, torna-se imprescindível formular propostas e implementar programas para a redução do desperdício de água, considerando o impacto que a nova taxa acarretará ao preço da produção agrícola e tendo em vista a escassez de recursos hídricos que aumenta em todo globo terrestre.

Nos municípios de Jundiaí, Jarinú e Campo Limpo Paulista, no Estado de São Paulo, parte da produção agrícola está concentrada na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, com cerca de 11.750 hectares. Porém, a importância dessa bacia para o município de Jundiaí está associada ao abastecimento de água da cidade. As primeiras instalações de captação de água do rio Jundiaí-Mirim foram executadas no ano de 1950, com a construção de uma represa de captação no bairro do Horto Florestal. A partir da década de 60, com o crescimento populacional e o início do processo de industrialização em Jundiaí, as vazões do rio Jundiaí-Mirim tornaram-se insuficientes, obrigando o Governo Municipal a buscar outros mananciais. Assim, desde 1969, as águas do rio Atibaia são captadas no município de Itatiba e têm reforçado as vazões do rio Jundiaí-Mirim, sobretudo nos períodos de estiagem. Em 1998 uma nova outorga garante o bombeamento de até 1.800 l/s do rio Atibaia para o rio Jundiaí-Mirim.

De acordo com o banco de dados em SIG do relatório parcial da segunda fase do Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da bacia do rio Jundiaí-Mirim (MORAES et al, 2002), a agricultura ocupa cerca de 10,46% da área total da bacia, incluindo culturas de café (33,69 ha), cana-de-açúcar (3,62 ha), citros (237,98 ha), cultura anual (151,47 ha), fruticultura (597,16 ha) e horticultura (203,42 ha). O restante da área é ocupado por áreas com pasto e cobertura residual (3.093,96 ha), mata nativa (2.837,33 ha), reflorestamento com pinus e eucalipto (1.742,89 ha), loteamentos urbanos e industriais (1.193,88 ha), chácaras (702,33), solo descoberto (316,98 ha), lagos e reservatórios (216,34 ha), bosques (164,77 ha), extração de argila (131,15 ha), várzea (121,89 ha).

Atualmente, após percorrer a área agrícola, as águas do rio Jundiaí-Mirim são acumuladas em duas represas, para o abastecimento público de Jundiaí. Segundo informação obtida em 2004 na DAE S/A – Água e Esgoto de Jundiaí, empresa de economia mista responsável pelo abastecimento público e coleta de esgoto municipal, em Jundiaí, atualmente, são tratados e distribuídos cerca de 1.200 l/s de água bruta. Do total que aflui às represas, em média, 1.100 l/s são provenientes da bacia do rio Jundiaí-Mirim (600 l/s importados da bacia do rio Atibaia e 500 l/s produzidos na própria bacia) e, em média, 100 l/s são provenientes dos

córregos Padre Simplício e Moisés (cujas cabeceiras se encontram na Serra do Japi). Estimativas da empresa apontam que cerca de 200 l/s são utilizados na irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim, antes de chegar na represa.

Apesar da “disputa” pela água entre a cidade e o campo, os municípios não possuem nenhuma política pública para a gestão de seus mananciais, fato que estimulou o IAC a iniciar, em 1999, um programa de pesquisa em políticas públicas denominado “Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do rio Jundiaí-Mirim”, financiado pela FAPESP e finalizado em novembro de 2003, cujo banco de dados em SIG é a base do presente estudo.

1.1 – JUSTIFICATIVA

Diante da importância das relações entre consumo de água para abastecimento da cidade de Jundiaí e a necessidade de água para a irrigação de culturas, e considerando os estudos realizados na bacia do rio Jundiaí-Mirim, o presente trabalho fornece novas informações sobre sistemas de irrigação, necessárias para a gestão agro-ambiental da bacia do rio Jundiaí-Mirim.

1.2 – HIPÓTESE

Com base nos estudos realizados na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, é estabelecida a seguinte hipótese para o trabalho:

- A técnica da irrigação pode ser medida qualitativamente com uma metodologia simplificada, a partir de um questionário contendo indicadores de qualidade da irrigação.

1.3 – OBJETIVOS

1.3.1 – OBJETIVO GERAL

- Realizar um diagnóstico do uso da água na irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

1.3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma metodologia simplificada para identificar e avaliar o uso de sistemas de irrigação.
- Propor uma metodologia para cadastramento de agricultores irrigantes em uma bacia hidrográfica.
- Elaborar um banco de dados em SIG relacionado à irrigação.
- Propor um índice simplificado de qualidade de irrigação (IQI).

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – DIAGNÓSTICO DA AGRICULTURA IRRIGADA

Um diagnóstico é um conjunto de dados em que se baseia uma determinação científica, sendo que a metodologia utilizada pode variar de acordo com os objetivos do trabalho.

ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER (1998) afirmam que o detalhamento dos procedimentos metodológicos inclui a indicação e justificação do paradigma que orienta o estudo, as etapas de desenvolvimento da pesquisa, a descrição do contexto, o processo de seleção dos participantes, os procedimentos e o instrumental de coleta e análise dos dados, os recursos utilizados para maximizar a confiabilidade dos resultados e o cronograma.

Para TRIPODI et al (1975), citados por MARCONI E LAKATOS (1999), as pesquisas de campo dividem-se em três grandes grupos: quantitativo-descritivas, exploratórias e experimentais, com as respectivas subdivisões.

LAKATOS E MARCONI (1991) apresentam duas grandes divisões à parte prática da coleta de dados: documentação indireta, abrangendo a pesquisa documental e a bibliográfica e a documentação direta, que inclui a observação e a entrevista.

A determinação da amostragem é fato de grande importância e, de acordo com GIL (1991), a amostragem nos levantamentos sociais pode assumir formas diversas, sendo as mais utilizadas a amostragem aleatória simples, a amostragem sistemática, a amostragem estratificada, a amostragem por conglomerados e a amostragem por cotas.

A análise dos dados pressupõe a quantificação dos eventos para submetê-los a uma classificação, mensuração e análise. De acordo com CHIZZOTTI (2001), seu objetivo é propor uma explicação do conjunto dos dados reunidos, para mostrar a relação entre as variáveis, podendo ser, nessa análise, utilizadas técnicas estatísticas ou sistêmicas.

Segundo REA e PARKER (2000), a elaboração do instrumento de pesquisa, ou questionário, é um componente crucial do processo da pesquisa, sendo necessário uma série de perguntas bem estruturadas e de fácil entendimento pelo entrevistado, com vistas à obtenção de respostas que correspondam à realidade. Em 2003, o CBH-PCJ em parceria com o DAEE e com o PCJ-Federal iniciaram o cadastramento de irrigantes da bacia do rio Atibaia a partir de uma ficha cadastral de irrigantes, com questões relacionadas às diversas características das

UPAs, dos equipamentos utilizados e do uso dos recursos hídricos. Além de perguntas diretas ao proprietário, a ficha cadastral de irrigantes inclui questões de observação e o georeferenciamento do ponto de captação de água para irrigação.

Para a realização de estudos de bacias hidrográficas, além de questionários, Sistemas de Informações Geográficas têm sido cada vez mais utilizados em metodologias de diagnósticos. O desenvolvimento dos SIG vem ocorrendo há quase 20 anos, popularizando-se com a atual avanço tecnológico da área de informática. Segundo CASTRO (1992) uma série de avanços tecnológicos na aquisição, processamento e armazenamento de informações aconteceu na década de 80, enquanto que para FONTES e SOUZA (1997) o SIG vem assumindo importante papel como um sistema suporte na tomada de decisões durante a década de 90.

Segundo FADINI (1998) os primeiros trabalhos utilizando a tecnologia SIG datam por volta da década de 1980. No Brasil, o IAC foi o pioneiro no uso desta técnica, a partir da metade da década de 80, com trabalhos de diagnósticos em bacias hidrográficas. O uso do SIG facilita a análise integrada dos dados, o que favorece a tomada de decisões.

Como enfatiza PROCHNOW (1992), a aplicação da tecnologia SIG em estudos de bacias hidrográficas é extremamente útil por permitir mapeamentos precisos e rápidos, facilitar as análises integradas, proporcionar a possibilidade de integrar, de modo efetivo, diferentes fenômenos ou processos, possibilitando simulações e modelagens. CAMPOS (2001) utilizou o SIG para a integralização espacial de informações para avaliar o comportamento da erosão e promover subsídios para a proposição de técnicas de manejo que possibilitem a redução dos efeitos negativos da exploração agrícola sobre o solo e a água, enquanto BUENO (2001) usou o SIG no planejamento do uso de terras agrícolas na microbacia do ribeirão do Moqué. O SIG foi também utilizado para a realização de um diagnóstico agroambiental para gestão e monitoramento da bacia do rio Jundiá-Mirim (MORAES et al, 2003), sendo que um dos resultados deste trabalho foi a proposta de um zoneamento agroambiental adequado para as características daquela bacia hidrográfica.

Assim, ferramentas SIG têm sido utilizadas com êxito em trabalhos que visam o mapeamento, o zoneamento, o monitoramento e a proposta de redução de impactos ambientais negativos em bacias hidrográficas, podendo ser utilizados na organização de um banco de dados sobre a agricultura irrigada e na elaboração de diagnósticos em bacias hidrográficas.

2.1.1 – AGRICULTURA NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM

A bacia do Rio Jundiaí Mirim situa-se na Morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico (ROSS e MOROZ, 1997), Morfoescultura do Planalto Atlântico, mais precisamente no Planalto de Jundiaí, com altimetria predominante entre 800 e 900 metros. As declividades dominantes estão entre 10 e 30%, que podem chegar a 60% em algumas vertentes. Devido a estas características, os autores classificam esta área como de fragilidade potencial média, sujeitas a forte atividade erosiva.

Segundo o Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da bacia do rio Jundiaí-Mirim (MORAES et al, 2003), a rigor, a declividade acentuada em grande parte da bacia e aliada aos solos pobres não ensejaria o aparecimento de produção agrícola de grandes proporções. O principal tipo de solo da microbacia é o Latossolo Vermelho-Amarelo, ocorrendo em 54,3% da área, seguido pelo Cambissolo Háplico, ocorrendo em 25,37% da área, e o Argissolo Vermelho-Amarelo, ocorrendo em 16,1% da área. São solos de textura argilosa, e no caso dos Cambissolos, ricos em silte. Tal característica, associada ao relevo acidentado, é fator que aumenta em muito a suscetibilidade desses solos à erosão, tornando-se necessária a definição de diretrizes para o uso adequado desse recurso, evitando erosões, principalmente próximo aos mananciais, a conseqüente perda de potencial produtivo e a contaminação dos recursos hídricos.

De fato, MORAES et al (2003) apontam que 70% da área são classificadas como risco de erosão alto e muito alto. Os mesmos autores afirmam que na bacia do rio Jundiaí-Mirim há predominância de declividade superior a 12%, em cuja faixa o uso de sistemas de mecanização para o preparo do solo associados às restrições das propriedades físicas dos mesmos tornam a área altamente susceptível a processos erosivos e a ocorrência de acidentes com a operação de máquinas agrícolas.

O clima da região, de acordo com o Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do rio Jundiaí-Mirim (MORAES et al, 2003) e segundo a classificação de Köppen, fica na faixa de transição entre Cwa e Cfa (RUSSO JR., 1980). A temperatura média anual da região é de 21,0 °C, com valores médios mais baixos encontrados no mês de julho (10,2°C) e mais elevados em fevereiro (30,3°C). A precipitação pluviométrica anual atinge valor total de 1450 mm e a deficiência hídrica, com total anual de 2 mm, ocorre

basicamente durante o mês de agosto. De outubro a dezembro há um período de reposição de água no solo e, posteriormente, de janeiro a março, aparecem os excedentes de água (454 mm), sujeitos à percolação.

De acordo com o banco de dados em SIG do Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da bacia do rio Jundiaí-Mirim (MORAES et al, 2003), as áreas agrícolas são ocupadas por uva (543 hectares), citros (251 hectares), horticultura (203 hectares), fruticultura diversa (69 hectares), cultura anual (151 hectares), café (29 hectares) e cana-de-açúcar (4 hectares).

Na bacia do rio Jundiaí-Mirim predomina a agricultura familiar, com culturas diversificadas. A agricultura familiar tem grande importância no cenário de desenvolvimento sócio-econômico do país, representando, de acordo com o Censo Agropecuário 1995-1996, 85% do total de estabelecimentos agrícolas e 80% do pessoal ocupado na agricultura, contribuindo para a geração de R\$ 18,1 bilhões, o que equivale a 37,9% do valor bruto da produção agropecuária brasileira. O núcleo familiar é o elemento central de organização gerencial e de decisão, sendo a maior parte do trabalho realizada pela família (LIMA e WILKINSON, 2002).

O termo agricultura familiar suscita diversas interpretações, tendo sido dividido por BAIARDI (1999) em um conjunto cinco categorias de agricultura familiar no Brasil. A agricultura familiar é um universo profundamente heterogêneo, seja em termos de disponibilidade de recursos, acesso ao mercado, capacidade de geração de renda e acumulação, sendo esta diversidade também regional. Em 1996, a área média dos estabelecimentos familiares era de 26 hectares, com fortes variações regionais, sendo que as propriedades do nordeste tinham a menor área média – 17 hectares – e os da região Centro-Oeste a maior área média – 84 hectares (BUAINAIN et al, 2002).

A agricultura familiar caracteriza-se pelo emprego de mão-de-obra da família e pela diversificação da produção em pequena escala. Além disso, é a principal responsável pela produção de alimentos do mercado interno brasileiro. É de fundamental importância que se produzam trabalhos relacionando o manejo racional da irrigação com a transferência de tecnologia para agricultura familiar, de modo a incrementar a produção de alimentos, uma vez que existe uma carência muito grande ainda de pesquisas em áreas de assentamento. Segundo o Ministério de Desenvolvimento Agrário (BRASIL, 2000), os agricultores familiares

representam 85,2% do total de estabelecimentos rurais no Brasil. A região Nordeste apresenta o maior número de agricultores familiares representados por 2.055.157 estabelecimentos (88,3%), que são responsáveis por 43% do valor bruto da produção agropecuária na região, recebendo apenas 26,8% do financiamento destinado à agricultura e carentes de assistência técnica.

No município de Jundiáí, a bacia do rio Jundiáí-Mirim é protegida pela Lei Municipal nº 2.405/80, denominada Lei de Proteção dos Mananciais, e pelo Decreto Estadual nº 43.284/98, que regulamentou as Áreas de Proteção Ambiental (APA) de Jundiáí e de Cabreúva e incluiu a bacia do rio Jundiáí Mirim na Zona de Conservação Hídrica. Apesar disso, a pressão urbana vem aumentando a ocupação irregular na bacia, cujas áreas agrícolas estão sendo substituídas por núcleos habitacionais, tendo sido identificados pela Prefeitura de Jundiáí cerca de sessenta loteamentos irregulares na bacia. Outro grave problema é que, nos municípios de Jarinú e Campo Limpo Paulista, inexistente legislação de proteção dos corpos d'água formadores do rio Jundiáí-Mirim, bem como inexistente fiscalização do uso e ocupação do solo das áreas de mananciais nos três municípios.

A tendência de ocupação urbana na bacia do rio Jundiáí-Mirim, por loteamentos irregulares ou por áreas rurais transformadas em urbanas para projetos futuros, tem colocado em risco a qualidade e a quantidade de água disponível para o abastecimento público do município de Jundiáí e, também, para a irrigação de culturas. Como exemplo, em outubro de 2002, uma audiência pública em Jarinú apresentou o RAP (Relatório Ambiental Preliminar) de um projeto de loteamento, pretendido para ser instalado na sub-bacia do Ribeirão do Tanque, em área ressetorizada (área rural transformada em área urbana) pela Câmara Municipal daquela cidade, com previsão de quatro mil lotes com média de 300 metros quadrados e acréscimo de população estimado em vinte mil pessoas.

O surgimento de boa parte dos loteamentos na região da bacia do rio Jundiáí-Mirim tem acontecido porque a nova geração dos agricultores da área não está assumindo a produção agrícola. Outra parte dos loteamentos surge devido à necessidade do agricultor em vender parte das terras para o pagamento de dívidas, muitas delas contraídas a partir de financiamentos agrícolas em bancos.

2.2 – USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO DE CULTURAS

A água é um recurso essencial para a vida no planeta e, no caso das plantas, não poderia ser diferente. Na planta, a água desempenha dupla função fisiológica, agindo fisicamente e integrando o seu metabolismo. Fisicamente é o solvente dos nutrientes assimilados pelas raízes e pelos estômatos, é o condicionador da pressão osmótica que comanda a absorção das soluções nutritivas, regula a turgidez dos tecidos e veicula as seivas por toda a planta, sendo o meio onde se processam as reações químicas e bioquímicas. Metabolicamente, a água também é alimento porque seus componentes químicos, desdobrados por ação da fotossíntese, serão partes integrantes dos compostos elementares formadores da imensa e complexa cadeia de compostos orgânicos (KRUDEV, 1994).

Além da importância vital que tem para as culturas, a água é fundamental em vários processos relacionados à agricultura, tais como formação e estruturação de solos, constituição do microclima, consumo das criações animais, alimentação da vida microbiana, além de outras necessidades rurais (ROSA, 1998).

Segundo WITHERS e VIPOND (1977) a irrigação é basicamente uma operação agrícola que supre a necessidade de água da planta, fornecendo o complemento de água que não aconteceu por precipitação. Não funciona em separado, mas integrada com outras operações agrícolas, de forma benéfica ou prejudicial, dependendo da habilidade de quem a executa.

Recentemente foi estimado que o homem consome, sobretudo para a agricultura, cerca de um quinto da água que escoia para os mares; e as previsões indicam que essa fração atingirá cerca de três quartas partes no ano 2025 (BAIRD, 2002). Dentre os usos múltiplos da água, a irrigação é responsável pelo consumo da maior parte do recurso mineral, entre 70 e 80% no mundo enquanto que no Brasil este índice é menor, 60% (ROSA, 1998). O mesmo autor cita que, apesar da água ser aplicada em apenas 15% das terras agricultáveis ela gera, nessas áreas, cerca de 36% da produção agrícola mundial.

VILLIERS (2002) apresenta dados que demonstram que, no mundo inteiro, as terras irrigadas representam apenas um sexto de toda a área agrícola, mas são responsáveis por mais de um terço da produção global. Mas agora a extensão de terra irrigada *per capita* está diminuindo. Segundo o mesmo autor, quase 60% da água destinada à irrigação nunca chega às

terras plantadas, sendo perdida por canos que vazam, canais sem revestimento, evaporação nos reservatórios e canais abertos e o mau direcionamento da aspersão. O mesmo autor cita em sua obra que, em milhões de hectares do norte da China, o lençol freático está decrescendo a uma taxa de 1 metro por ano. A irrigação – e seu desperdício de água escoada – leva a culpa.

Deve-se ressaltar que a qualidade e a quantidade de água disponível para a irrigação de culturas influi diretamente na qualidade da irrigação. A qualidade e a quantidade de água disponível é resultado das condições naturais da bacia hidrográfica e das atividades humanas desenvolvidas nessa região. Segundo CONDINI (1998), em uma bacia preservada em suas condições naturais são importantes a estrutura do solo e a cobertura vegetal. As águas de chuva escoam na superfície da vegetação e do solo, carregando sedimentos para o corpo d'água. Dependendo do tipo do solo e das características da vegetação, teremos maior ou menor carregamento de partículas de solo (materiais dissolvidos ou em suspensão) para a água. Por isso, após uma chuva, a quantidade de água em um manancial será maior, assim como pior poderá tornar-se a sua qualidade. As águas da chuva, o solo e a vegetação são também importantes na formação e manutenção dos mananciais subterrâneos.

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas ao atendimento das necessidades humanas depende de políticas de proteção e preservação dos mananciais. Para o uso da água na agricultura, a qualidade da água é de extrema importância, tanto para a produção de alimentos mais saudáveis como para o bom desempenho dos equipamentos de irrigação. Segundo STRASKRABA e TUNDISI (2000), há diversos relacionamentos entre os aspectos quantitativos e qualitativos das águas. Dentro da bacia hidrográfica, a retirada de água (seja para consumo urbano e rural ou por evapotranspiração) e a sua devolução ao corpo d'água geralmente alteram significativamente a quantidade e a qualidade de água.

A preservação da vegetação ciliar e a manutenção da cobertura vegetal também são aspectos importantes para a manutenção da qualidade e da quantidade de água. O carregamento dos solos descobertos conduz o manancial ao assoreamento, fato que diminui a quantidade de água, bem como a sua qualidade, especialmente com relação a alguns indicadores. De acordo com BELTRAME (1994), a cobertura vegetal é um fator importante na manutenção dos recursos naturais renováveis, exercendo um papel essencial na manutenção da qualidade e da quantidade de água, protegendo o solo da erosão através da redução do

escoamento superficial e aumentando a porosidade e a permeabilidade do solo através da ação das raízes, entre outros.

Assim, para uma boa eficiência da irrigação deve-se aplicar água de qualidade satisfatória e em quantidade suficiente para atender a demanda de uma cultura agrícola pelo recurso mineral.

2.2.1 – EFICIÊNCIA DA IRRIGAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA

Segundo o dicionário Novo Aurélio (FERREIRA, 1999), eficiência pode ser definida como sendo “*a ação, força ou virtude de se produzir um efeito*”. Assim, pode-se dizer que, em irrigação, quando se deseja conhecer a eficiência de um sistema é necessário aplicar os conhecimentos existentes para mensurar a capacidade dos sistemas e/ou equipamentos de irrigação em aplicar água no solo com o objetivo da produção vegetal. Vários conceitos de eficiência estão apresentados na literatura por diferentes autores para analisar o efeito da irrigação.

De acordo com BERNARDO (1982) as técnicas de irrigação em uso são, em geral, baseadas em costumes herdados ou conveniência particular, em vez de corretas análises para as condições presentes. Ou seja, a irrigação é realizada freqüentemente a partir de indicações baseadas em experiências de agricultores mais antigos e sem o acompanhamento de técnicos especializados. Para o autor, em qualquer planejamento e operação de um projeto de irrigação que vise a máxima produção e a boa qualidade do produto deve-se usar a água de maneira eficiente, além de requerer conhecimentos específicos das inter-relações entre solo-clima-planta e manejo de irrigação.

A irrigação moderna provoca grandes desequilíbrios ambientais. O uso, por exemplo, de bombas para reverter o fluxo de escoamento natural das águas pode romper o regime hidrológico local. Como o consumo de água é alto, a retirada para a irrigação é sempre maior que a reposição do recurso hídrico feita pela natureza, que é lenta, podendo provocar a redução dos estoques dos aquíferos subterrâneos (ROSA, 1998).

Pelo manejo incorreto e também por falta de avaliações após a instalação dos equipamentos, a irrigação ficou conhecida como uma técnica agrícola ineficiente. Esta fama decorre principalmente do fato dos sistemas de irrigação operarem em faixas de eficiência não

satisfatórias. Para medir e mostrar o quanto efetivo está sendo a prática de irrigação em uma propriedade existem várias definições e métodos empregados na avaliação de diferentes sistemas de irrigação. A avaliação de sistemas de irrigação é definida como a análise de qualquer sistema de irrigação baseada em medidas e determinações de campo sob condições e práticas utilizadas normal e rotineiramente pelo agricultor. As determinações de campo necessárias para a avaliação incluem: umidade do solo antes e após a irrigação, vazão do sistema, uniformidade de aplicação, condições do solo, capacidade de infiltração, eficiência de aplicação, levantamento das características de operação do sistema e do manejo de irrigação, etc (TESTEZLAF, 1998).

De acordo com VERMEIREN e JOBLING (1997), para auxiliar na avaliação de sistemas no campo, é preciso conhecer alguns valores como eficiência de aplicação e coeficiente de uniformidade. Vários coeficientes de uniformidade têm sido utilizados para caracterizar a distribuição de água em sistemas de irrigação. CHRISTIANSEN (1942), foi o primeiro pesquisador a estudar a uniformidade de distribuição em aspersão, quantificando-a através de um índice estatístico denominado coeficiente de uniformidade de Christiansen, (CUC). A uniformidade da irrigação é importante na avaliação do rendimento das culturas, sendo considerada no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação (BARRETO et al., 2000). MATOS et al (1996), por exemplo, ressaltam que são vários os fatores que influenciam na uniformidade de distribuição de água, tais como posição de suporte, ângulo de irrigação, tronco e folhagem planta, elemento distribuidor, pressão de trabalho, reguladores, amortecedores e vazão nominal.

Em uma bacia hidrográfica, o uso de indicadores de qualidade de água em pontos monitorados regularmente já poderia indicar indiretamente a eficiência do uso da água pela irrigação.

2.2.2 – QUANTIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA

Há séculos, projeções pessimistas freqüentemente previram que o mundo ficaria sem alimentos e que a agricultura não seria capaz de acompanhar a explosão demográfica. Entretanto, a Revolução Verde – baseada no uso intensivo de tecnologias, como agroquímicos e irrigação – apresentou um salto quantitativo na eficiência e na produtividade agrícola.

Porém, com o problema da escassez mundial de água, a agricultura irrigada pode ter que reduzir a aplicação do recurso hídrico sobre a planta e, de preferência, melhorar a qualidade e a eficiência da irrigação.

De acordo com BENEVIDES e COIMBRA (1992), o Brasil detém cerca de 20% da água doce do mundo. Entretanto a diversidade da distribuição espacial e temporal desta grande quantidade de água, bem como a degradação de sua qualidade em decorrência da urbanização acelerada e de processos industriais e agrícolas ainda sem os cuidados necessários são fatores determinantes para que o gerenciamento integrado dos recursos hídricos seja essencial ao desenvolvimento sustentável do país. Assim, a implantação de projetos de irrigação em propriedades agrícolas exige alguns requisitos básicos como a disponibilidade de água e energia, condições econômicas do agricultor e condições propícias de solo e topografia.

Em 1988, a participação da área irrigada no setor agrícola brasileiro era de 6,2%, representando uma área total de 2,87 milhões de hectares, sendo que a irrigação no País consumia cerca de 64,7% da água utilizada (CRISTOFIDIS, 1999).

Para DAKER (1984), teoricamente, a quantidade de água necessária à planta depende somente do clima e da espécie vegetal e, ao se aplicar água ao solo tem-se que dispor de um volume maior, prevendo-se as inevitáveis perdas por evaporação, por percolação e por escoamento superficial. De acordo com CARUSO (1998), 70% de toda água doce utilizada no mundo pelo homem são destinadas à irrigação. Se parte desta água é desperdiçada e a escassez é um grave problema mundial, então o melhor caminho é o uso racional da água, procurando-se uma maior eficiência de seu uso.

O consumo de água é determinado de acordo com as peculiaridades genéticas das espécies ou variedades das plantas, com o clima e com as técnicas agrícolas. Durante o desenvolvimento de uma determinada planta, o consumo de água varia de acordo com as diferentes fases do seu desenvolvimento (KRUEDEV, 1994). A exigência ou necessidade de água para as plantas é a quantidade que é gasta em função da evapotranspiração de uma determinada planta ou de toda a plantação.

A quantidade de água que uma cultura consome durante o seu ciclo de produção varia principalmente com o tipo de planta, seu estágio de desenvolvimento, clima da região e época de cultivo. Por exemplo: a cultura do milho consome em média nas condições climáticas do Estado de São Paulo em torno de 600 mm por ciclo. Isto significa que para uma área de 20 ha

o agricultor necessitará de um volume de 120 milhões de litros ou 120.000 m³, ou equivalente a uma piscina de 60 por 200 metros com uma profundidade de 10 metros, ou ainda 240 mil reservatórios de 500 litros. Através deste exemplo, verifica-se que o volume de água utilizado pelas culturas é elevado e o seu valor significativo para fins de planejamento e gerenciamento do uso dos recursos hídricos (TESTEZLAF, 1998).

A quantidade de água nas plantas não é constante e varia durante o dia e a noite. Cerca de 5% da quantidade total de água é utilizada no metabolismo e o restante no processo de transpiração. As plantas aquáticas contêm maior quantidade de água (96-98%); as folhas das plantas terrestres comportam entre 79-95%; algumas frutas e legumes contêm em média, por exemplo, tomate 94%, páprica 92%, maçã 84%, alho 61%, repolho 92%, aipo 85%, batata 74-80%; em um tronco de árvore essa proporção fica entre 45-55%. O teor de água nas sementes é relativamente menor, variando de 11% a 14% nos cereais, entre 5% e 7% nos musgos e líquens, e de 3% a 5% em nozes (KRUDEV, 1994). O mesmo autor cita que existem diferentes opiniões sobre a relação entre o consumo de água e a produtividade da planta e que a falta de água exerce uma influência negativa na produtividade das plantas. Assim, a diminuição da produtividade depende da duração da seca, fase ou fases de desenvolvimento da planta com que a seca coincide, as peculiaridades hereditárias das espécies e variedades, o método de cultivo, a qualidade do solo e os fatores meteorológicos. Quando consideramos somente a seca do solo, notamos que a falta de água atinge a aparência física da planta e causa danos nos processos fisiológicos, reduzindo o rendimento. Quando a seca vem combinada com seca atmosférica, estas alterações e danos resultam numa perda de produtividade, devido à elevação da temperatura.

O excesso de água pode ocorrer em consequência de prolongadas precipitações pluviais, inundações de rios ou excesso de irrigação. O excesso de água exerce influência sobre o estoque e disponibilidade de elementos nutritivos. Isto se associa a 3 fenômenos: lavagem da superfície, rinsagem e aumento do nível das águas subterrâneas. O escoamento superficial é um fator muito importante da produtividade do solo. O escoamento causa erosão. A infiltração excessiva de água pode deteriorar as condições do solo e reduzir a produtividade. Em geral, o excesso de umidade exerce uma influência negativa sobre a produtividade das plantas, podendo causar moléstias em frutas e órgãos vegetativos. Devido ao excesso de água

no solo, o sistema respiratório das raízes fica prejudicado. Ocorre a paralisação na germinação de sementes, observa-se a ruptura dos frutos, das raízes e dos tubérculos.

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. Segundo SPERLING (1996), de maneira geral pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Para o autor, os diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificada, em termos de suas características físicas, químicas e biológicas. As características físicas normalmente se referem aos sólidos, suspensos ou dissolvidos, presentes na água. As características químicas de uma água podem ser interpretadas através da determinação de materiais orgânicos ou inorgânicos enquanto que as características biológicas correspondem aos seres presentes na água, que podem estar vivos ou mortos (animais, vegetais, microorganismos). Segundo MACÊDO (2003), deve-se ressaltar que vários fatores, como o vento, a chuva, as aves e certos animais podem contribuir para a degradação da qualidade da água.

De acordo com BOTELHO (2000), os indicadores podem ser de utilização geral, tanto para caracterizar águas de abastecimento, águas residuárias, mananciais e corpos receptores. Segundo o autor, é importante uma visão integrada da qualidade da água, sem uma separação estrita entre os seus diversos usos.

Segundo LAL (1999) em termos de qualidade da água, a carga (suspensa e dissolvida) e as concentrações de agroquímicos são indicadores importantes da qualidade da água. O mesmo autor descreve que o uso sustentável da água pode ser avaliado por uma gama de indicadores. Com o objetivo de avaliar a quantidade de água, o autor apresenta como indicadores a totalidade dos recursos hídricos (ciclo hidrológico) e diferentes componentes, como lençol freático e suas flutuações, recarga da água subterrânea, balanço hídrico e características do fluxo da água superficial. Para avaliar a qualidade da água, o autor apresenta como indicadores a carga dissolvida e em suspensão, concentração de nitrato e fósforo, pH, condutividade elétrica, concentração de pesticidas na água, crescimento de algas, patógenos e microorganismos aquáticos, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

A partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA - Índice de Qualidade das Águas,

que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público. Segundo MACÊDO (2003), a criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. O IQA é calculado a partir da qualidade de água correspondente aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

Em 2003, a CETESB apresentou novos índices de qualidade da água, representando diferentes situações de uso. São eles o ISTO (Índice de substâncias tóxicas e organolépticas), o IVA (Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática), o IPMCA (Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática), o IET (Índice do Estado Trófico), o IAP (Índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público).

Todos os parâmetros de qualidade da água são mensuráveis a partir de análises laboratoriais. Porém, BRANCO (2002) propôs uma metodologia simplificada, utilizada nos projetos “Mãos à Obra” e “Observando o Tietê”, da Fundação SOS Mata Atlântica, para avaliar a qualidade da água, utilizando o aspecto visual. Segundo o autor, a qualidade da água de um rio pode, em grande parte, ser feita por simples observação visual e emprego de outros sentidos, como olfato e sensação térmica.

Com a constatação da diminuição da qualidade das águas superficiais brasileiras, foi instituída a cobrança pelo uso de recursos hídricos, que inclui o conceito poluidor-pagador, com o objetivo de conscientizar sobre a importância da preservação da qualidade da água.

2.2.3 – COBRANÇA PELO USO DE RECURSO HÍDRICO

O Glossário de Termos Técnicos em Gestão dos Recursos Hídricos (CONSÓRCIO PCJ, 2002) define a cobrança pelo uso da água como o ato ou o instrumento instituído pela legislação de recursos hídricos e a ser exercido pela entidade de outorga dos direitos de uso das águas, federal ou estadual, ou por entidade credenciada pelo outorgante.

De acordo com o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (SÃO PAULO, 1996), a análise da experiência estrangeira revelou que em muitos países, como França, Alemanha e Inglaterra, entre outros, a cobrança pelo uso da água foi a maneira encontrada para enfrentar o desafio de melhorar as condições de aproveitamento, recuperação e conservação dos recursos hídricos. Um dos objetivos da cobrança é induzir o uso racional da água, atribuindo-lhe valor econômico e estimulando a adoção de medidas para evitar perdas e desperdícios. Outro objetivo é constituir receita que possa viabilizar financiamentos para aplicação em projetos e obras hidráulicas e de saneamento, devendo constituir-se na maior fonte de recursos para as ações previstas no Plano de Bacias.

No Brasil, a preocupação dos legisladores com a utilização da água data de 1934 com a decretação do Código das Águas, com normas que submetem o uso do recurso hídrico ao controle da autoridade pública no interesse da saúde e segurança, demonstrando certa preocupação com o uso múltiplo das águas (SENA, 1997). Porém, a cobrança nunca foi implementada por falta de regulamentação.

Atualmente, para os rios federais (que têm nascentes e foz em estados diferentes ou fazem a divisa entre estados), a cobrança pelo uso de recurso hídrico está prevista na Lei Federal nº 9.433/97, que definiu outros quatro instrumentos essenciais à boa gestão dos recursos hídricos: outorga do direito de uso de recursos hídricos, enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e Plano Nacional de Recursos hídricos (KELMAN, 1997). Estes instrumentos promovem uma descentralização da gestão, passando da sede do Poder Público para a esfera local da bacia hidrográfica. O poder decisório passa a ser compartilhado nos Comitês de Bacias Hidrográficas e Conselhos de Recursos Hídricos. A lei autoriza a delegação às Agências de Bacias da cobrança pelo uso da água, mas mantém com o Poder Público o poder de outorgar direitos de uso (LOPES e CORDEIRO NETO, 1997).

No Estado de São Paulo, os rios estaduais (com nascente e foz no território paulista) a cobrança pelo uso dos recursos hídricos está prevista na Lei Estadual nº 7.663/91. Estão sujeitas à cobrança as outorgas pelo direito de uso, ou sejam, os usuários públicos e privados, como as prefeituras ou seus serviços de água e esgoto, as indústrias e os irrigantes. A cobrança será feita em função da quantidade de água utilizada e da qualidade do efluente lançado no corpo d'água receptor.

Segundo informações obtidas com o Deputado Federal e ex-Secretário de Recursos Hídricos e Obras de São Paulo, Antonio Carlos de Mendes Tache, durante entrevista para a reportagem do Jornal de Jundiaí Regional em março de 2001, o projeto de Lei Estadual encaminhado à Assembléia Legislativa que regulamenta a cobrança pelo uso da água (ainda não aprovado) possui dispositivos de grande relevância. Um desses dispositivos apresenta um prazo de quatro anos para o início da cobrança dos agricultores, tempo estimado para o cadastramento completo dos irrigantes e demais usuários. Outro dispositivo confere a cada comitê de bacia priorizar a cobrança de quem polui e cobrar muito menos dos que simplesmente captam água (princípio do poluidor-pagador).

Em nível estadual, a cobrança pelo uso de recursos hídricos depende da aprovação do dispositivo legal que tramita na Assembléia Legislativa, sem data definida para votação. Em nível federal, a cobrança deverá ser instituída a partir do Comitê Federal de Bacias.

Assim, o cadastramento de agricultores irrigantes em uma bacia hidrográfica, a avaliação do nível técnico e dos tipos de sistemas de irrigação, o diagnóstico do uso da água em culturas agrícolas e o cadastramento de fontes poluidoras (fábricas, loteamentos, etc) podem colaborar com a cobrança pelo uso da água.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a bacia do rio Jundiaí-Mirim, situada no Estado de São Paulo, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos número 5 (UGRHI-PCJ), que inclui as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, que são os últimos afluentes do Médio Tietê (Figura 1 no Anexo 2).

Dados do Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do Rio Jundiaí-Mirim (MORAES et al, 2003) indicam que a bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim abrange uma área de 11.750 hectares e está distribuída em três municípios vizinhos, Jundiaí (55%), Jarinú (36,6%) e Campo Limpo Paulista (8,4%). O rio Jundiaí-Mirim é formado na divisa dos três municípios, pela união do Ribeirão dos Soares – situado em Jarinú – com o Córrego do Perdão – divisa entre Jarinú e Campo Limpo Paulista (Figura 2 no Anexo 2).

De acordo com o Decreto Estadual nº 10.755/77, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos d'água receptores na classificação prevista no Decreto Estadual nº 8.468/76, o rio Jundiaí-Mirim e seus afluentes, até o ponto de captação de água para abastecimento do município de Jundiaí, são enquadrados na Classe 1, cujas águas são destinadas a usos mais nobres, como abastecimento doméstico após tratamento simplificado águas próprias à proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário (natação, esqui aquático, mergulho), à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

O rio Jundiaí-Mirim é afluente da margem direita do rio Jundiaí na cidade de Jundiaí, tem uma extensão de cerca de 16 km e próximo à sua foz existem dois reservatórios de acumulação, para o abastecimento público. Cerca de 95% da água utilizada em Jundiaí é armazenada no local e os 5% restantes provém do córrego Moisés e Padre Simplício, afluentes da margem esquerda do rio Jundiaí, cujas cabeceiras estão na Serra do Japi.

Em 1969 foi instalada uma casa de bombas na cidade de Itatiba para o importe de água do rio Atibaia, que é um dos formadores do rio Piracicaba. As águas do rio Atibaia, enquadrado como Classe 2 pelo Decreto Estadual nº 10.755/77, são transportadas por uma tubulação com cerca de 15 quilômetros até as cabeceiras do Córrego Pitangal (na bacia do rio Jundiaí-Mirim, em Jarinú), escoando para o Ribeirão do Tanque, até chegarem no rio Jundiaí-

Mirim. Em todo o trajeto, parte da água é utilizada na irrigação de culturas agrícolas sendo que o manejo incorreto da técnica de irrigação gera o desperdício de recurso hídrico e os conseqüentes problemas de erosão do solo, lixiviação de insumos agrícolas e assoreamento de corpos d'água, incluindo também o desperdício de energia.

3.1 – LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE AGRICULTORES IRRIGANTES

Para a realização do diagnóstico sobre o uso da água na irrigação de culturas na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim foi necessário conhecer a localização das Unidades de Produção Agrícola (UPAs) irrigadas na área do estudo.

O presente trabalho teve início com o levantamento de informações sobre os agricultores irrigantes da bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim a partir de consultas a relatórios públicos, incluindo o LUPA (PINO, 1997), o Relatório Zero (SÃO PAULO, 2000) e o cadastro de irrigantes do DAEE disponível na internet. Para o levantamento de dados também foram realizadas entrevistas com técnicos da Casa da Agricultura de Jundiaí, da DAE S/A – Água e Esgoto de Jundiaí, do IAC e do Sindicato Rural de Jundiaí.

Devido à indisponibilidade de dados sobre a agricultura irrigada na área de estudo ficou definido que, para a pesquisa de campo, seria utilizado o banco de dados em SIG do relatório parcial da segunda fase do Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do Rio Jundiaí-Mirim (MORAES et al, 2002).

A partir do referido banco de dados em SIG, obteve-se o mapa de uso agrícola do solo da bacia do rio Jundiaí-Mirim, M0, (Figura 3 no Anexo 2) com a identificação de culturas permanentes e temporárias (café, cana-de-açúcar, citros, cultura anual, fruticultura e horticultura), incluindo os acessos por estradas e os recursos hídricos na bacia hidrográfica.

Durante a definição das áreas visitadas foram desenvolvidos dois questionários-diagnósticos, conforme relato a seguir.

3.2 – QUESTIONÁRIOS-DIAGNÓSTICOS

A identificação, caracterização e avaliação de sistemas de irrigação das Unidades de Produção Agrícola (UPAs) da área de estudo foi feita em três etapas, entre novembro de 2002

e junho de 2004, tendo sido utilizados dois questionários-diagnósticos: Relatório de Observação/Formulário de Dados (Q1 no Anexo 1) e Entrevista/ Avaliação da Qualidade da Irrigação (Q2 no Anexo 1).

Q1 foi elaborado para o cadastramento das UPAs irrigadas e para a caracterização dos pontos de captação de água utilizada na irrigação de culturas agrícolas na bacia do rio Jundiá-Mirim. Este questionário-diagnóstico foi idealizado com base em metodologias de trabalhos de campo em educação ambiental da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (CONDINI, 1998) e do programa “Mãos à Obra!” (BARRÊTO e VANZOLINI, 1997), da Fundação SOS Mata Atlântica.

Em Q1 foi feito o registro de dados da UPA irrigada e do produtor, bem como as coordenadas geográficas dos pontos de captação de água para irrigação, além da identificação do tipo de irrigação e da cultura irrigada em cada UPA, incluindo aspectos relacionados à qualidade da água, como presença de lixo, de esgoto e de barreiras nos rios, aparência da água, cobertura vegetal das margens, loteamentos e condições da estrada de acesso à UPA. Em Q1 também foi registrada a preocupação do irrigante com a cobrança pelo uso da água e também o interesse do produtor em responder ao questionário-diagnóstico Q2.

Q2 foi elaborado para a determinação do índice de qualidade da irrigação (IQI), obtido a partir da pontuação atribuída a parâmetros indicadores da qualidade da irrigação. Q2 foi idealizado com base na metodologia de trabalho de campo de educação ambiental desenvolvida por BRANCO (2002) para o programa “Observando o Tietê”, da Fundação SOS Mata Atlântica. Neste trabalho é possível determinar a qualidade da água a partir da pontuação atribuída a parâmetros indicadores de qualidade da água.

Todos os parâmetros utilizados nos questionários-diagnósticos sugeridos procuram refletir, isoladamente, aspectos de qualidade da irrigação, servindo como indicadores do que está efetivamente ocorrendo em termos de manejo da irrigação.

3.3 – ETAPA I: CADASTRO E CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

A etapa I foi realizada em três períodos, entre novembro de 2002 e dezembro de 2003. De posse de M0, de um equipamento GPS e de uma máquina fotográfica digital, foram feitas

as saídas a campo na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, na busca por UPAs irrigadas, utilizando Q1 para o registro dos dados e informações pertinentes ao estudo.

Durante a etapa I, em setembro de 2003, foi organizada a “Jornada sobre Agricultura Irrigada na Bacia do rio Jundiaí-Mirim”, evento realizado para discutir e esclarecer temas como o Programa Fome Zero e a Cobrança pelo Uso de Recurso Hídrico, incluindo oficinas práticas de capacitação sobre o uso eficiente da água na irrigação e sobre alternativas de sustentabilidade na ocupação de terras da bacia do rio Jundiaí-Mirim.

Para facilitar a organização das saídas a campo na bacia do rio Jundiaí-Mirim, foi adotada a divisão em sub-bacias, proposta por MORAES et al (2002), sendo elas: calha rio Jundiaí-Mirim, córrego Albino, córrego Ananás, córrego Caxambú, córrego Caxambuzinho, córrego da Roseira, córrego do Areião, córrego do Perdão, córrego Pinheirinho, córrego Pitangal, córrego Ponte Alta, córrego Tarumã, Horto, Marco Leite, Represa Nova, ribeirão da Toca, ribeirão do Tanque e ribeirão dos Soares.

Nas datas das saídas para a pesquisa de campo foi registrada a distância percorrida nas estradas e acessos as UPAs da bacia do rio Jundiaí-Mirim e o tempo de cada entrevista. Tais informações podem ser úteis na extrapolação de valores para novas pesquisas e/ou cadastramento de agricultores irrigantes.

3.3.1 – CADASTRO DA UPA IRRIGADA

O cadastramento da UPA irrigada foi realizado através do preenchimento do cabeçalho de Q1, com informações obtidas junto aos agricultores irrigantes entrevistados ou, na ausência destes, de algum trabalhador da UPA ou vizinho que pudesse responder às perguntas. Foram coletados dados sobre a localização e o contato feito na UPA.

No cabeçalho também foi anotado a data e o número da entrevista, bem como o horário do início e do término da entrevista. Foi atribuído um nome (letra P acrescida do número da entrevista) para o ponto de captação de água georeferenciado e incluídas as observações do registro fotográfico da UPA visitada.

3.3.2 – CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

A caracterização do ponto de captação da água utilizada na irrigação foi realizada através da observação de aspectos relacionados à aparência da água, à cobertura vegetal das margens, à presença de lixo, ao sistema de esgotamento sanitário, à existência de loteamentos, à presença de barreira no rio e à situação da estrada de acesso ao ponto. São eles:

- **Lixo:** foi observada a presença ou ausência de lixo próximo ao ponto de captação de água para irrigação, tendo sido anotada a existência de lixo residencial, industrial, agrícola, de construção civil, outro tipo de lixo ou não observado.
- **Esgoto:** foi perguntado ao entrevistado sobre o sistema de esgotamento sanitário existente na UPA, com as alternativas fossa negra, fossa séptica, céu aberto, direto no córrego, rede pública, outro tipo de esgoto ou não observado.
- **Aparência da água:** foi observada e anotada a aparência da água, podendo ser parda, clara, com brilho colorido de óleo, espumosa, com blocos de espuma, leitosa, lamacenta ou outra aparência.
- **Cobertura vegetal das margens:** foi observada a cobertura vegetal das margens a partir da estimativa da quantidade de vegetação existente ao redor do corpo d'água, seguindo o valor estabelecido no Novo Código Florestal Brasileiro (PINTO, 1998). Assim, foi anotada a estimativa da quantidade de cobertura vegetal das margens como acima de 70%, entre 30 e 70% e abaixo de 30%.
- **Loteamentos:** foi perguntado ao entrevistado sobre a existência de loteamentos próximo à UPA e ao ponto de captação, anotando-se a resposta no local apropriado.
- **Presença de barreiras no rio:** foi verificada a existência de algum tipo de barreira no rio, como dique ou represa, desvio do leito para a formação de lago, cascatas e quedas d'água, outro tipo de obstáculo.
- **Estrada:** foi verificado o pavimento da estrada de acesso ao equipamento de captação de água para irrigação, sendo anotado terra, asfalto, cascalho, outro tipo.

3.3.3 – COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

Após a caracterização do ponto de captação da água utilizada na irrigação das culturas foi perguntado ao entrevistado sobre a preocupação com a cobrança pelo uso de recurso hídrico, prevista nas legislações federal e estadual, esta última em fase de regulamentação pela Assembléia Legislativa Paulista. A resposta foi anotada e classificada como sim, não, desconhece o assunto ou não sabe/não respondeu.

3.3.4 – INTERESSE EM RESPONDER Q2

Ao final da entrevista foi perguntado ao entrevistado sobre o interesse em responder a um segundo questionário, para avaliar a qualidade da irrigação da UPA. Para uma outra resposta diferente de sim ou de não, foi anotado o motivo.

Esta resposta foi utilizada como um dos critérios de amostragem, na escolha das UPAs irrigadas visitadas na etapa II, para a avaliação da qualidade da irrigação.

3.4 – ETAPA II: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA IRRIGAÇÃO

A etapa II foi realizada entre 10/11/2003 e 29/12/2003, junto com o 3º período da etapa anterior. Nesta etapa, Q2 foi utilizado para avaliar a qualidade da irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim. Na definição da amostragem, ficou definido que seriam visitadas duas UPAs irrigadas por sub-bacia, estabelecendo-se como critérios de escolha o tipo do sistema de irrigação utilizado na UPA (aspersão convencional ou microaspersão) e o interesse do agricultor irrigante em responder a Q2, registrado durante a etapa I.

A avaliação da qualidade da irrigação foi determinada pelo IQI, estabelecido a partir de 13 indicadores relacionados à qualidade da água e do solo, à cultura irrigada e ao manejo da irrigação. No estudo dos parâmetros para a determinação do IQI, os indicadores foram selecionados em virtude da capacidade potencial de contribuírem para a qualidade da irrigação. Para cada parâmetro foram determinadas três possíveis respostas, que indicassem situações de ruim, regular ou boa qualidade da irrigação. Para cada situação foi atribuída, respectivamente, a pontuação 1, 2 e 3.

Ao final do preenchimento de Q2 e a partir da soma da pontuação obtida foi possível determinar o IQI, avaliando a qualidade da irrigação como “ruim” (soma dos pontos entre 13 e 21), “regular” (soma dos pontos entre 22 e 30) ou “boa” (soma dos pontos entre 31 e 39). Para a comparação com o IQI obtido, a última pergunta de Q2 indagava se o produtor considerava-se um irrigante bom, regular ou ruim, em termos de qualidade da irrigação. Nesta etapa também foi anotada a distância percorrida nas estradas e acessos às UPAs irrigadas e o tempo de cada entrevista.

3.4.1 – PARÂMETROS USADOS NA AVALIAÇÃO DO IQI

Para a elaboração de Q2 e para a determinação do IQI foram definidos parâmetros indicadores da qualidade da irrigação relacionados à água utilizada na irrigação (duas questões), relacionadas ao solo (duas questões), relacionadas à cultura irrigada (duas questões) e relacionadas ao manejo da irrigação (sete questões). Para cada parâmetro foram definidas três situações de respostas, que indicassem uma qualidade de irrigação ruim, regular ou boa, atribuindo, a cada resposta, a pontuação 1, 2 ou 3, respectivamente. Os parâmetros foram:

- **Coleta e análise da qualidade da água:** este parâmetro foi escolhido devido à importância da realização de análises periódicas da qualidade da água, já que para uma boa qualidade da irrigação é necessário que a qualidade da água utilizada também seja boa. Assim, para este item, foi perguntado ao agricultor irrigante sobre a realização de coleta de amostras de água para a realização de análises químicas, com o objetivo de determinar a qualidade da água. Para o caso do agricultor que não realiza a coleta ou desconhece o assunto foi atribuída a pontuação 1. No caso de controle eventual, foi atribuída a pontuação 2 e no caso do controle periódico foi atribuída a pontuação 3.
- **Consideração sobre a qualidade da água de irrigação:** para este parâmetro foi atribuída a pontuação 1 para a consideração da qualidade da água como ruim; se o agricultor considera a qualidade da água regular foi atribuída a pontuação 2 e se o agricultor considera a qualidade da água boa foi atribuída a pontuação 3.
- **Controle da umidade do solo:** a irrigação é uma técnica agrícola que fornece o complemento de água que a planta necessita sendo o controle da umidade do solo muito importante para a qualidade da irrigação. Assim, para este parâmetro foi atribuída a

pontuação 1 para a resposta do agricultor que não faz o controle da umidade do solo ou desconhece esse assunto. A pontuação 2 foi atribuída para o agricultor que realiza o controle eventual da umidade do solo e a pontuação 3 para o agricultor que realiza o controle periódico.

- **Controle da erosão:** sem o controle de processos erosivos, a irrigação pode contribuir para o carreamento de produtos aplicados na planta e/ou contidos no solo para um corpo d'água. Para este parâmetro foi atribuída a pontuação 1 para o agricultor que conhece o assunto, mas não faz nenhum tipo de controle da erosão. Foi atribuída a pontuação 2 para o agricultor que desconhece o assunto e a pontuação 3 para o agricultor que faz algum tipo de controle da erosão.
- **Conhecimento sobre o ciclo da planta:** em uma irrigação de boa qualidade há a aplicação de quantidades corretas de água nas diferentes etapas de crescimento e maturação de uma planta. Por isso foi atribuído 1 ponto para a resposta do agricultor que conhece o ciclo da planta mas não aplica esse conhecimento na irrigação da cultura. Foram atribuídos 2 pontos para a resposta do agricultor que desconhece o assunto e 3 pontos para a resposta do agricultor que conhece o ciclo da planta e aplica de forma correta a quantidade de água nas diferentes fases do ciclo da cultura irrigada.
- **Consideração sobre a produtividade:** uma irrigação de boa qualidade remete a uma boa produtividade, mas para este parâmetro levou-se em conta apenas o entendimento do produtor sobre o tema. Assim, foi atribuído 1 ponto para a resposta do agricultor que considera a produtividade pequena ou baixa; 2 pontos para a resposta do agricultor quem considera a produtividade como média ou regular e 3 pontos para a resposta daqueles que consideram a produtividade grande ou alta.
- **Projeto de irrigação:** a qualidade da irrigação está diretamente relacionada à existência de um projeto do sistema de irrigação e à sua correta execução. Por isso, para este parâmetro, foi atribuído 1 ponto para a resposta do agricultor que não possui projeto de irrigação da UPA, 2 pontos para o agricultor que desconhece o assunto e 3 pontos para a resposta do agricultor que possui projeto de irrigação. Neste caso, foi considerado que a inexistência de projeto de irrigação é mais grave quando o produtor conhece o assunto.
- **Dimensionamento da bomba:** a eficiência da distribuição de água em um sistema de irrigação está diretamente relacionada ao dimensionamento da bomba. Assim, foi atribuído

1 ponto para a UPA irrigada que não possui dimensionamento da bomba; 2 pontos para a resposta do agricultor que desconhece o assunto e 3 pontos para a resposta que afirma a existência de dimensionamento da bomba. Para este parâmetro, foi considerado que a falta de dimensionamento da bomba é mais grave quando o produtor conhece o assunto e não utiliza a técnica.

- **Horário de irrigação:** o horário de irrigação também influi diretamente na qualidade da irrigação, pois a aplicação de água em horários com maior incidência de radiação ocorre maior evapotranspiração, diminuindo a eficiência e a qualidade da irrigação. Por isso, para este parâmetro, foi atribuído 1 ponto para a resposta do agricultor que realiza a irrigação em qualquer horário, 2 pontos para a resposta do agricultor que realiza a irrigação na metade do dia e 3 pontos para a irrigação realizada no início da manhã ou no final da tarde.
- **Tempo de irrigação:** o tempo de irrigação também é um fator que influencia na qualidade da irrigação, já que o excesso ou a falta de água aplicada na cultura pode aumentar ou diminuir a produtividade. Assim, foi estabelecida a pontuação 1 para o agricultor que considera o tempo de irrigação sempre insuficiente. A pontuação 2 ficou estabelecida para a resposta do agricultor que considera o tempo de irrigação eventualmente suficiente e a pontuação 3 para o tempo de irrigação considerado sempre suficiente.
- **Vazamentos:** este também é um parâmetro bastante subjetivo e depende da interpretação de cada agricultor sobre o assunto. Neste caso, foi atribuído 1 ponto para a resposta do agricultor que considera a existência de muitos vazamentos, 2 pontos para a resposta do agricultor que considera a existência de vazamento em quantidade regular e 3 pontos para vazamentos em pouca quantidade.
- **Espaçamento entre aspersores:** o dimensionamento do espaçamento entre aspersores também é um parâmetro que indica a qualidade da irrigação. Por isso, foi estabelecida a pontuação 1 para a resposta do agricultor que conhece o assunto, mas não executa o dimensionamento dos aspersores; a pontuação 2 para a resposta do agricultor que desconhece o assunto; e, a pontuação 3 para a resposta do agricultor que trabalha com as linhas de aspersão dimensionadas. Para este parâmetro, foi considerado que o não dimensionamento entre aspersores é mais grave quando o produtor conhece o assunto e não utiliza a técnica.

- **Assistência técnica e manutenção preventiva:** a qualidade da irrigação também está diretamente relacionada ao bom funcionamento do sistema de irrigação e a assistência técnica e manutenção preventiva de equipamentos é fundamental para que isso ocorra. Assim, foi atribuído 1 ponto para a resposta da inexistência de assistência técnica e manutenção preventiva, 2 pontos para a assistência eventual; e, 3 pontos no caso de assistência e manutenção periódicos.

Nos parâmetros cujas respostas envolvem o controle periódico não houve definição da periodicidade, deixando-a para o livre entendimento do entrevistado. Ou seja, o período poderia variar de irrigante para irrigante, podendo ser mensal, semestral ou anual.

3.5 – ETAPA III: VERIFICAÇÃO DO USO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

A etapa III foi realizada entre 17/6/2004 e 28/6/2004, com a visita a todas as UPAs cadastradas na etapa I.

Durante a etapa III foi feita a verificação da continuidade do funcionamento dos sistemas de irrigação e das culturas irrigadas nas UPAs pesquisadas, tendo em vista as informações, durante as etapas I e II, de que vários agricultores pretendiam encerrar as atividades produtivas e a irrigação de culturas.

Nesta etapa também foram anotados o tempo de verificação e a distância percorrida nas estradas e acessos às UPAs irrigadas da bacia estudada.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do levantamento inicial de informações foi constatada a indisponibilidade de dados sobre a agricultura irrigada na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, fato que dificultaria as saídas para a pesquisa de campo, já que era desconhecida a localização das UPAs irrigadas na área do estudo. Nesta fase, apenas o Sindicato Rural de Jundiaí informou possuir um cadastro de associados, com dados sobre os agricultores irrigantes filiados ao Sindicato bem como a localização das UPAs irrigadas, porém o mesmo não foi disponibilizado devido à confidencialidade das informações cadastrais do órgão agrícola patronal.

A pesquisa de campo foi realizada em três etapas, tendo sido percorridos, aproximadamente, 900 km de estradas e acessos as UPAs com culturas irrigadas na bacia do rio Jundiaí-Mirim, em cerca de 67 horas entrevistas com produtores e moradores da área pesquisada (Tabelas 1 e 2 no Anexo 3).

Foram realizadas 127 entrevistas nas UPAs irrigadas da bacia do rio Jundiaí-Mirim e, com base nas informações obtidas nas entrevistas junto aos agricultores irrigantes e a partir da tabulação e análise dos dados dos questionários-diagnósticos utilizados na presente pesquisa foram obtidos os resultados que estão descritos a seguir, de forma separada para cada observação e para cada questão contida em Q1 e em Q2.

4.1 RESULTADOS DA ETAPA I

A etapa I do presente diagnóstico foi realizada em três períodos, entre 4/11/2002 e 9/1/2003 (1º período), entre 1/3/2003 e 7/7/2003 (2º período) e entre 18/11/2003 e 22/12/2003 (3º período). Q1 foi utilizado nesta etapa e os resultados obtidos estão descritos nos itens 4.1.1 a 4.1.13. Nesta etapa I foram realizadas saídas a campo na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, com o cadastramento de 99 UPAs com culturas agrícolas irrigadas em 15 sub-bacias que integram a bacia do rio Jundiaí-Mirim, sendo que em 3 sub-bacias não foram encontradas UPAs com produção agrícola irrigada (Tabela 3 no Anexo 3). Para a realização das entrevistas da etapa I foram percorridos 655,8 km de estradas e acessos às UPAs irrigadas da bacia hidrográfica, com um tempo total de entrevista de 42 horas e 30 minutos.

No total foram georeferenciados 100 pontos de captação de água para irrigação (Figura 4 no Anexo 2), sendo que, das 99 UPAs pesquisadas, duas utilizam um mesmo equipamento para a captação de água (P55 e P59, no córrego da Roseira), enquanto duas outras UPAs possuem, cada uma, dois sistemas de captação diferentes e em pontos diferentes (P29 com dois equipamentos de captação no córrego do Areião e P93 com dois equipamentos de captação em dois córregos formadores do Ribeirão do Tanque).

No 1º período da etapa I (entre 4/11/2002 e 9/1/2003) foram realizadas as entrevistas de número 1 a 50 (Tabela 4 no Anexo 3), com o georeferenciamento das coordenadas geográficas de 51 pontos de captação de água para irrigação (P1 a P50, incluindo dois pontos distintos na UPA com sistema de irrigação cadastrado como P29). Neste período foram percorridos 252,1 km de estradas e acessos as UPAs da bacia hidrográfica, com um tempo de pesquisa de 22 horas e 35 minutos.

No 2º período da etapa I (entre 1/3/2003 e 7/7/2003) foram realizadas as entrevistas de número 51 a 88 (Tabela 5 no Anexo 3), com o georeferenciamento das coordenadas geográficas de 37 pontos de captação de água para irrigação (P51 a P88) em 38 UPAs pesquisadas, sendo que um ponto de captação de água é utilizado por duas UPAs diferentes (P55 e P59). Neste período foram percorridos 175 km de estradas e acessos as UPAs da bacia, com um tempo de pesquisa de 15 horas. Após este período, foi realizada a Jornada sobre Agricultura Irrigada na bacia do Rio Jundiáí-Mirim, cujos resultados estão descritos no item 4.1.14.

No 3º período da etapa I (entre 18/11/2003 e 22/12/2003) foram realizadas as entrevistas de número 89 a 99 (Tabela 6 no Anexo 3), com o georeferenciamento das coordenadas geográficas de 12 pontos de captação de água para irrigação (P89 a P99, incluindo dois pontos distintos na UPA com sistema de irrigação cadastrado como P93) em 11 propriedades com culturas irrigadas. Neste período, o tempo de pesquisa foi de 4 horas e 55 minutos, porém a distância percorrida não foi registrada pois este 3º período da etapa I foi realizado junto da etapa II (descrita no item 4.2).

4.1.1 BANCO DE DADOS DE AGRICULTORES IRRIGANTES

A partir do cabeçalho do questionário-diagnóstico Q1 obteve-se um banco de dados com informações básicas sobre a agricultura irrigada em 99 UPAs da bacia hidrográfica do rio

Jundiaí-Mirim, incluindo o nome do produtor, telefone, endereço da UPA e as coordenadas geográficas do ponto de captação de água para irrigação. O banco de dados gerado neste trabalho foi utilizado para o envio de convites para o evento Jornada sobre Agricultura Irrigada na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

De acordo com o objetivo da pesquisa, é possível gerar um banco de dados contendo uma série de informações sobre a agricultura irrigada, bastando, para tanto, incluir as questões necessárias ao trabalho proposto no questionário a ser utilizado.

4.1.2 TIPO DE IRRIGAÇÃO

Nas 99 UPAs pesquisadas foram georeferenciados 100 pontos de captação de água para irrigação, sendo que duas UPAs possuem 2 pontos de captação distintos (P29 e P93) e outras duas UPAs utilizam um mesmo equipamento de captação (P55 e P59).

A irrigação por aspersão predomina na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, com 92 sistemas instalados, sendo 84 do tipo convencional, 6 por mangueira e 2 por aspersão tipo canhão. Também foram identificados 10 sistemas de irrigação por gotejamento e 3 sistemas por microaspersão (Figura 5 no Anexo 2).

Os 100 pontos de captação de água abastecem 105 sistemas de irrigação, pois em três UPAs (P83, P89 e P93-2) podem ser encontrados 2 sistemas diferentes (aspersão convencional e gotejamento), em uma UPA (P73) podem ser encontrados outros 2 sistemas diferentes (microaspersão e gotejamento) abastecidos por um mesmo equipamento de captação (Tabela 7 no Anexo 3).

A análise dos dados indica que 79% dos sistemas de irrigação da bacia do rio Jundiaí é do tipo aspersão convencional, 10% é do tipo gotejamento, 6% aspersão com mangueira, 3% microaspersão e 2% aspersão por canhão. Basicamente, a predominância da aspersão convencional está relacionada ao cultivar irrigado encontrado em maior número – horticultura – cujo resultado está apresentado a seguir.

Considerando a fragilidade das terras e a suscetibilidade à erosão, o tipo de irrigação predominante na bacia é inadequado, já que o sistema de aspersão convencional é o que gera maior desperdício de água, que escoar pelo solo e carrega sedimentos e nutrientes. Nas entrevistas, alguns agricultores demonstraram intenção em substituir o sistema de aspersão

convencional por microaspersão ou gotejamento, porém afirmaram que o custo dos equipamentos está além do poder aquisitivo.

4.1.3 CULTURA IRRIGADA

Em 85% das UPAs pesquisadas foi encontrado somente um tipo de cultivar irrigado, enquanto que em 15% foram encontrados dois tipos diferentes de culturas irrigadas.

Na bacia do rio Jundiá-Mirim há predominância de cultivo irrigado de hortaliças (62%), mas também podem ser encontrados outros tipos de culturas, como aromáticos e flores (1%), cultura anual (5%), morango (3%), pêssego (6%), maracujá (1%), plantas ornamentais (3%), ponkan (1%), rosa (1%) e capim (2%). No caso da ponkan (cultivada em P49), a última irrigação aconteceu em 1999, quando o período de seca, segundo o produtor, foi bastante longo. A Figura 6 (no Anexo 2) apresenta a quantificação de culturas irrigadas observadas na pesquisa de campo.

Com relação à existência de dois cultivares irrigados diferentes em uma mesma propriedade, foram observadas horticultura e cultura anual (1%), horticultura e pêssego (5%), horticultura e morango (6%), horticultura e uva (3%). Neste último caso, segundo os agricultores das UPAs cadastradas como P34, P45 e P63, a horticultura é cultivada entre as parreiras de uva para aproveitar o espaço e também para que a irrigação da horticultura favoreça o cultivar de uva. A Tabela 8 (no Anexo 3) apresenta as culturas agrícolas, o número de UPAs e os pontos de captação relacionados a cada tipo de cultura irrigada observado.

A produção irrigada de rosa (P43), de mudas de morango (P48) e de milho (P74) são culturas que não constavam de M0, que foi obtido a partir de ortofotos e de levantamento aerofotogramétrico anterior ao início da atividade produtiva.

4.1.4 – LIXO

Dos 100 pontos de captação registrados, em 76 não foi observado nenhum lixo próximo ao equipamento de captação de água para irrigação. A Figura 7 (no Anexo 2) apresenta a distribuição percentual do tipo de lixo encontrado próximo aos pontos de captação de água para irrigação na bacia do rio Jundiá-Mirim.

Em 24 pontos de captação foram encontrados diversos tipos de lixo, sendo que em 17 pontos foram encontrados lixos domiciliares, como garrafas plásticas, embalagens longa vida, sacolas plásticas, entre outros, porém em pequena quantidade, e em 6 pontos foram encontrados resíduos identificados em Q1 como outros, como baterias usadas no sistema de captação e tambores de óleo de motor (Tabela 9 no Anexo 3). Em um dos pontos, P9, foi observada a prática da queima do lixo ao ar livre, bastante próximo ao manancial de captação de água para irrigação da cultura na UPA.

Apesar da quantidade de lixo encontrado ter sido baixa, faz-se necessário um programa educacional para alertar os produtores sobre os problemas que os resíduos sólidos podem causar à água, diminuindo sua qualidade e, em consequência, podendo contaminar os alimentos irrigados.

4.1.5 – ESGOTO

Na grande maioria das UPAs visitadas, em 54 áreas, foi informado que o esgoto sanitário é lançado em fossa séptica, enquanto que em 22 propriedades o esgoto é lançado em fossa negra. Também foram identificadas 11 UPAs ligadas à rede pública de esgotos, 1 UPA onde o esgoto é lançado direto no solo (a céu aberto), e 4 UPAs que lançam o esgoto diretamente no córrego. A Figura 8 (no Anexo 2) apresenta a quantificação dos sistemas de esgotamento sanitário nas UPAs irrigadas na bacia do rio Jundiá-Mirim.

Em uma das propriedades (P23), apesar da rede coletora de esgoto cortar a UPA, parte do esgoto (dos banheiros) é lançada em fossa séptica e parte (da cozinha) é lançada diretamente no solo, escoando diretamente para o manancial de captação de água para irrigação.

Em outra propriedade (P2) o esgoto é enviado a duas fossas, sendo uma séptica e outra negra. Em 5 UPAs não foi possível observar a destinação do esgoto enquanto que em apenas em 1 UPA o produtor desconhecia o destino do esgoto produzido na propriedade (Tabela 10 no Anexo 3).

O número de fossas negras e de lançamento de esgoto direto no córrego mostra a necessidade de destinar cuidados com a construção e manutenção de fossas negras, orientar os produtores sobre alternativas de destino de esgoto evitando seu contato com os cursos d'água.

4.1.6 – APARÊNCIA DA ÁGUA

A maior parte dos mananciais utilizados na captação de água para a irrigação de culturas apresentava aspecto límpido. A Figura 9 (no Anexo 2) indica a representação percentual da aparência da água captada para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiáí-Mirim.

Em 64 pontos de captação a água do manancial apresentava aspecto claro enquanto que em 34 pontos a água apresentava-se lamacenta. Apenas em 2 pontos havia brilho colorido de óleo (Tabela 11 no Anexo3).

Em três mananciais de captação, P2, P4 e P78, foi observado grande quantidade de aguapé no lago, enquanto que o lago a montante de P48 encontrava-se eutrofizado.

O aspecto claro da água pode induzir o produtor a pensar que a qualidade da água utilizada na irrigação é de boa qualidade, o que não é verdade. Já o aspecto lamacento da água pode indicar a existência de erosão do solo, enquanto que a observação de brilho colorido de óleo está relacionada à presença de embalagens de óleo lubrificante nas margens de corpos d'água, observada em algumas UPAs.

4.1.7 – COBERTURA VEGETAL DAS MARGENS

As margens dos mananciais utilizados na captação de água para irrigação apresentam-se com boa cobertura vegetal. A Figura 10 (no Anexo 2) apresenta a representação percentual da cobertura vegetal das margens no ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiáí-Mirim.

Em 76 pontos de captação de água para irrigação na bacia hidrográfica do rio Jundiáí-Mirim foi observada a cobertura vegetal das margens em uma área acima de 70%, em relação ao valor estipulado na legislação brasileira em vigor. Em 21 pontos de captação, foi observada a cobertura vegetal das margens entre 30 e 70% e somente em 3 pontos de captação foi observado uma cobertura vegetal menor que 30% (Tabela 12 no Anexo 3).

Apesar de razoavelmente satisfatória, a cobertura vegetal das margens dos corpos d'água da bacia do rio Jundiáí-Mirim deve ser recuperada, a partir de um programa de reflorestamento e de educação ambiental.

4.1.8 – LOTEAMENTOS

Dos 100 pontos de captação de água para irrigação registrados na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, foram indicados pelos entrevistados loteamentos próximos a 24 pontos de captação de água, enquanto que em 76 pontos não foram indicados loteamentos na região do manancial de captação (Tabela 13 no Anexo 3).

A Figura 11 (Anexo 2) apresenta a representação percentual da quantidade de loteamentos próximos às UPAs irrigadas na bacia do rio Jundiá-Mirim. O aumento dos loteamentos na região é fator de preocupação, pois a movimentação de terra é um dos fatores que contribuem para o assoreamento dos corpos d'água da bacia. Além disso, também ocorre o aumento da impermeabilização do solo, reduzindo a recarga do aquífero.

4.1.9 – PRESENÇA DE BARREIRAS NO RIO

De 100 pontos de captação de água para irrigação registrados, em 58 pontos foi observado o represamento direto das águas dos córregos para a formação de um lago de captação. Em 11 pontos foi observado o desvio do curso d'água para a formação do lago para a captação enquanto que em 26 pontos não foram observados obstáculos, sendo que a captação acontece diretamente do leito do córrego (Tabela 14 no Anexo 3).

Em 5 pontos de captação foram observados outros tipos de obstáculos. Em P4, o lago de captação encontrava-se cheio de terra, devido à limpeza e terraplenagem de um terreno a montante.

Em P6 foi encontrada uma ilha, formada pelo assoreamento do rio Jundiá-Mirim. Em P17 foi observada a canalização do leito para a sustentação de uma ponte. Em P52 foi observado mato e terra no leito do córrego, também devido a processo de assoreamento. Em P77 foi observado a presença de toras de eucalipto para sustentar a tubulação de captação, cujos obstáculos retém vários tipos de materiais, entre terra, mato e lixo domiciliar.

A Figura 12 (Anexo 2) mostra a quantificação percentual do tipo de barreira encontrado próximo ao ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiá-Mirim. Nas UPAs onde não existe nenhum tipo de barreira, vários produtores

afirmaram a intenção de construir uma barreira para armazenar água e melhorar a irrigação, mas disseram ter dificuldades junto aos órgãos públicos responsáveis.

4.1.10 – ESTRADA

A maior parte dos acessos aos pontos de captação de água para irrigação é feita através de estrada de terra, em 89 pontos, sendo que em 11 pontos foi registrado o acesso por estradas asfaltadas (Tabela 15 no Anexo 3).

A Figura 13 (no Anexo 2) mostra a representação percentual do tipo de pavimento das estradas de acesso ao ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiá-Mirim.

4.1.11 – PREOCUPAÇÃO COM A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

Dos 99 entrevistados, 67 afirmaram estar preocupados com a cobrança pelo uso de recurso hídrico na irrigação, sendo que apenas 6 disseram não estar preocupados. Outros 17 responderam desconhecer o assunto enquanto que 9 entrevistados não souberam responder à questão (Tabela 16 no Anexo 3).

Daqueles que afirmaram não estar preocupados com a cobrança pelo uso da água, 2 produtores (P46 e P81) afirmaram que pretendem parar a atividade agrícola, 3 produtores (P76, P86 e P91) disseram que usam pouca água e por isso pagariam um valor bastante baixo, enquanto 1 produtor (P72) não se manifestou. A resposta não sabe/não respondeu foi dada por vizinhos das UPAs pesquisadas, pois o produtor não foi encontrado durante o período da pesquisa. A Figura 14 (no Anexo 2) apresenta a percentagem dos produtores preocupados com a cobrança pelo uso da água na bacia do rio Jundiá-Mirim.

4.1.12 – INTERESSE EM RESPONDER Q2

Ao serem perguntados sobre o interesse em responder a um segundo questionário para avaliar a qualidade da irrigação, dos 99 entrevistados, 36 responderam sim e 64 indicaram outras respostas, sendo que não houve resposta negativa (Tabela 17 no Anexo 3).

A Figura 15 (no Anexo 2) apresenta a percentagem dos entrevistados da etapa I interessados em responder ao questionário-diagnóstico da etapa II. Foram apresentados vários motivos, pelos entrevistados, para a resposta “outro” à questão sobre o interesse em responder a um novo questionário (Tabela 18 no Anexo 3). Das diversas respostas, a surpresa foi a intenção de 11 proprietários em parar a produção agrícola irrigada.

4.1.13 – TEMPO DE ENTREVISTA

O tempo de entrevista da etapa I foi bastante variado, com duração mínima de 5 minutos e máxima de 120 minutos (Tabela 19 no Anexo 3). A duração média de cada entrevista utilizando Q1 foi de 25,6 minutos.

A Figura 16 (Anexo 2) apresenta a representação gráfica da duração das entrevistas na etapa I. A maior parte das entrevistas, 52, foi realizada entre cinco e vinte minutos, sendo que apenas 2 entrevistas foram realizadas em um tempo bastante grande, com 80 minutos para a entrevista em P12, e 120 minutos para a entrevista em P5. Nestas duas entrevistas, a demora aconteceu porque o produtor, ao final de cada pergunta, contava diversas histórias, algumas relacionadas à pergunta que havia sido feita.

4.1.14 – JORNADA SOBRE AGRICULTURA IRRIGADA

Em 27/9/2003 foi realizada a Jornada sobre Agricultura Irrigada na Bacia do rio Jundiaí-Mirim, reunindo cerca de 60 pessoas, entre agricultores, técnicos de diversas áreas e interessados no tema. O evento foi organizado a partir do resultado obtido nos 1º e 2º períodos da etapa I, após 88 entrevistas com Q1, quando foi identificada a preocupação dos agricultores irrigantes com cobrança pelo uso da água.

No período da manhã foram realizadas palestras para discutir temas como o Programa Fome Zero e a Cobrança pelo Uso de Recurso Hídrico e no período da tarde foram realizadas oficinas de capacitação com os temas Mecanismos de Desenvolvimento Limpo e Seqüestro de Carbono, Alternativas de Sustentabilidade no Uso das Terras da Bacia Hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim e Uso Eficiente da Água por Equipamentos de Irrigação.

Entre os participantes, o agricultor da UPA cadastrada como P89 afirmou ter realizado o teste ensinado na oficina de capacitação sobre uso eficiente da água na irrigação, tendo diminuído o tempo de irrigação em cinco minutos após os testes de verificação em sua propriedade.

Foi registrada a presença de cerca de 42% dos agricultores entrevistados nos 1º e 2º períodos da etapa I. Dos cerca de 40 agricultores presentes ao evento, 3 não haviam sido cadastrados até a data do evento. Estes agricultores souberam do evento através de cartazes e foram entrevistados (com Q1) no 3º período da etapa I. Também houve boa cobertura e divulgação do evento na mídia impressa.

4.2 – RESULTADOS DA ETAPA II

A etapa II do presente diagnóstico foi realizada entre 10/11/2003 e 29/12/2003, quando foram realizadas saídas a campo na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, tendo sido percorridos, nesta etapa, cerca de 229 km de estradas e acessos às UPAs irrigadas, com um tempo total de entrevista de aproximadamente 7 horas (Tabelas 1 e 2 no Anexo 3). Para a realização das entrevistas na etapa II, a amostragem definida foi de duas UPAs irrigadas por sub-bacia, estabelecendo-se como critérios de escolha o tipo do sistema de irrigação utilizado na UPA (aspersão convencional ou microaspersão) e o interesse do agricultor irrigante em responder a Q2, registrado durante a etapa I.

Na etapa II foram realizadas 28 entrevistas com agricultores irrigantes (Tabela 20 no Anexo 3), utilizando o questionário-diagnóstico Q2, cujos resultados obtidos a partir da tabulação dos dados estão descritos nos itens 4.2.1 a 4.2.16.

4.2.1 – AVALIAÇÃO DO IQI

O IQI foi calculado obtido a partir da soma dos pontos obtidos nas respostas de cada parâmetro indicador de qualidade da irrigação. A Figura 17 (no Anexo 2) mostra a quantificação percentual do IQI obtido através de Q2. Assim, 13 UPAs irrigadas (46%) obtiveram o IQI na faixa de pontuação que indica boa qualidade de irrigação, entre 31 e 39

pontos, e 15 UPAs irrigadas (54%) obtiveram o IQI na faixa de pontuação que indica qualidade regular de irrigação, entre 22 e 30 pontos (Tabelas 21 e 22 no Anexo 3).

A Figura 18 (no Anexo 2) apresenta os pontos de captação de água para irrigação das UPAs entrevistadas na etapa II e o respectivo IQI obtido após a soma dos pontos das questões de Q2. Pela análise desta Figura 18, três UPAs da sub-bacia do córrego Ananás foram avaliadas enquanto que apenas uma UPA da sub-bacia do Córrego do Areião foi avaliada pois as outras UPAs desta sub-bacia não foram enquadradas dentro dos critérios de amostragem adotados na metodologia do presente trabalho (P28 e P29 utilizam sistema de aspersão por mangueira e P30 está em processo de inventário). Na sub-bacia do córrego Ananás, o produtor da UPA cadastrada como P88, que foi avaliada na etapa II, é o mesmo produtor da UPA cadastrada como P30, da sub-bacia do córrego do Areião.

Vale lembrar que o IQI foi obtido a partir das respostas dadas pelo agricultor irrigante, baseado apenas em seu conceito relacionado à pergunta. Este fato pode gerar erros na avaliação da qualidade da irrigação, tendo em vista a percepção diferenciada de cada produtor sobre uma determinada questão.

4.2.2 – COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE

Figura 19 (Anexo 2) apresenta a percentagem dos irrigantes entrevistados que realizam coleta de água para análise da sua qualidade. De 28 agricultores irrigantes entrevistados, 18 afirmaram não realizar coleta de água para a análise de sua qualidade, 5 afirmaram fazer o controle eventual, 4 afirmaram fazer o controle e análise periódicos enquanto apenas 1 produtor afirmou desconhecer o assunto (Tabela 23 no Anexo 3).

Em uma das UPAs com controle periódico (P88), o produtor informou que realiza duas coletas de água por ano, para acompanhar a qualidade da água de irrigação e manter a qualidade das hortaliças. Na UPA cadastrada como P3, segundo o produtor, a coleta e análise são feitas pela DAE S/A. Tendo em vista que a cultura irrigada de hortaliça predomina na bacia do rio Jundiá-Mirim, a coleta de água para a análise de sua qualidade é de fundamental importância.

4.2.3 – QUALIDADE DA ÁGUA

A Figura 20 (Anexo 2) apresenta a representação gráfica da consideração do produtor sobre a qualidade da água utilizada na irrigação. A maior parte dos agricultores entrevistados (19) considera boa a qualidade da água utilizada na irrigação, enquanto que 8 produtores consideram a qualidade da água como regular e apenas 1 produtor considera ruim a qualidade da água de irrigação (Tabela 24 no Anexo 3).

Dos 9 agricultores irrigantes entrevistados que realizam as coletas eventual e periódica de água para análise da sua qualidade, apenas 2 consideram a qualidade da água como regular (P50 e P74) enquanto que os demais consideram a qualidade como boa, especialmente devido à comprovação da qualidade através das análises de laboratórios.

Em 6 propriedades cujos agricultores entrevistados consideram a qualidade da água como boa (P4, P5, P10, P19, P68 e P95), a água utilizada na irrigação é proveniente de nascentes situadas na própria UPA, enquanto que 4 propriedades utilizam água de poço (P57, P86, P89, P91), também considerada de boa qualidade. Nas propriedades onde a água é considerada de regular qualidade, apenas 1 é proveniente de nascente situada na própria UPA (P2), devido a existência de brejo, enquanto que em duas UPAs (P43 e P50) a erosão foi o fator citado pelos proprietários para a diminuição da qualidade da água.

Segundo o agricultor da UPA irrigada cadastrada como P23, a qualidade da água é considerada como ruim devido à presença de muito esgoto no córrego da Toca, que é uma sub-bacia com processo acelerado de urbanização.

Apesar de 67% dos entrevistados considerarem a água de irrigação como de boa qualidade, dados do Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do rio Jundiaí-Mirim (MORAES et al, 2003) indicam que vários corpos d'água estão contaminados por coliformes fecais, o que pode causar problemas de saúde aos consumidores dos produtos irrigados.

4.2.4 – CONTROLE DA UMIDADE DO SOLO

A Figura 21 (no Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo da percentagem dos entrevistados que realizam o controle da umidade do solo.

A maior parte dos agricultores entrevistados, 21, afirmou não fazer o controle da umidade do solo. O controle periódico é realizado por 3 agricultores entrevistados, enquanto que 2 agricultores realizam o controle eventual e outros 2 agricultores disseram desconhecer o assunto (Tabela 25 no Anexo 3). Os agricultores que não realizam o controle da umidade do solo afirmaram que a prática adquirida ao longo dos anos justifica a ausência do controle.

4.2.5 – CONTROLE DA EROSÃO

A Figura 22 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo da percentagem das respostas sobre o controle da erosão nas UPAs irrigadas da bacia do rio Jundiá-Mirim. Dos 28 agricultores entrevistados, 26 fazem algum tipo de controle da erosão (curva de nível, cobertura vegetal ou outro tipo) enquanto que somente 2 agricultores não fazem nenhum tipo de controle da erosão (Tabela 26 no Anexo 3). Destes, o agricultor da UPA cadastrada como P97 afirmou que não faz o controle porque pretende parar a produção agrícola.

De fato, durante as pesquisas de campo, foram observados poucos processos erosivos nas áreas com cultivar irrigado.

4.2.6 – CONHECIMENTO SOBRE O CICLO DA PLANTA

A Figura 23 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo da percentagem dos entrevistados que conhecem o ciclo da planta e realizam a irrigação de acordo com ele.

A maioria dos agricultores entrevistados, 26, afirmou conhecer o ciclo da planta e realizar a irrigação de acordo as necessidades do cultivar, isto é, de acordo a necessidade de água nos diferentes estágios de evolução da planta. Apenas 2 agricultores irrigantes disseram desconhecer o assunto (Tabela 27 no Anexo 3).

4.2.7 – PRODUTIVIDADE

A Figura 24 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo da consideração dos agricultores entrevistados sobre a produtividade da UPA irrigada. Dos produtores entrevistados, a maioria

(19) considera a produtividade como regular, enquanto que 6 agricultores consideram a produtividade baixa e somente 3 consideram-na alta (Tabela 28 no Anexo 3).

As justificativas para as respostas pequena e regular foram, na maior parte, relacionadas à pequena área cultivada, ao pequeno número de pessoas que trabalham na UPA e à dificuldade em comercializar a produção.

4.2.8 – PROJETO DE IRRIGAÇÃO

A Figura 25 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo da existência de projetos de irrigação na bacia do rio Jundiá-Mirim.

Das entrevistas realizadas na etapa II, em apenas 8 UPAs foram encontrados projetos de irrigação elaborados por profissionais capacitados. A maior parte, 20, não possui projeto de irrigação (Tabela 29 no Anexo 3).

A justificativa dos agricultores que afirmaram não possuir projeto de irrigação foi que a montagem dos sistemas de irrigação é feita pela prática e pela experiência.

Apenas um dos agricultores que afirmou possuir projeto de irrigação (P94) informou que o dimensionamento do sistema foi feito pelo vendedor da loja de equipamentos, sendo que os outros possuem projetos elaborados por técnicos agrícolas especializados.

4.2.9 – DIMENSIONAMENTO DA BOMBA

A Figura 26 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo do dimensionamento da bomba de captação de água para irrigação na bacia do rio Jundiá-Mirim.

Bastante diferente do resultado da questão anterior, sobre a existência de projeto de irrigação, a maior parte dos agricultores entrevistados afirmou que as bombas de captação de água para irrigação são dimensionadas (24 produtores), sendo que em 3 UPAs as bombas não são dimensionadas e apenas 1 agricultor desconhece o assunto (Tabela 30 no Anexo 3).

Segundo os agricultores das UPAs que possuem bombas dimensionadas, os equipamentos foram vendidos de acordo com a necessidade solicitada e indicados pelos vendedores das lojas de equipamentos.

Em uma das UPAs onde a bomba não é dimensionada (P92), o agricultor informou que atualmente está sendo usada uma bomba emprestada, pois a bomba original (dimensionada de acordo com o projeto) está quebrada há mais de um ano.

4.2.10 – HORÁRIO DE IRRIGAÇÃO

A Figura 27 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo do horário de irrigação na bacia do rio Jundiá-Mirim.

A maior parte dos agricultores entrevistados (25 produtores) afirmou que o horário da irrigação é no início da manhã e/ou no final da tarde, quando o clima está mais ameno e perde-se menos água por evaporação. Apenas 2 agricultores afirmaram realizar a irrigação em qualquer horário enquanto que somente 1 agricultor informou realizar a irrigação na metade do dia (Tabela 31 no Anexo 3).

Segundo um dos produtores que irrigam em qualquer horário (P5), isso acontece devido ao pequeno número de pessoas que trabalha na UPA e também a pouca quantidade de água para a irrigação. Este produtor informou que geralmente a cultura de pêssego é irrigada por cerca de uma hora, aguarda-se o enchimento do reservatório e irriga-se novamente por mais uma hora. O outro produtor que irriga em qualquer horário (P57) o faz porque, segundo ele, o cultivo é realizado em estufa. Já o produtor que realiza a irrigação na metade do dia informou que essa prática foi adotada na UPA e faz parte do cotidiano de atividades, quando um dos funcionários liga o sistema de irrigação por volta de onze horas, antes de sair para o almoço, desligando-o logo após o retorno de seu almoço.

4.2.11 – TEMPO DE IRRIGAÇÃO

A Figura 28 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo do tempo de irrigação de culturas na bacia do rio Jundiá-Mirim.

Para a maioria dos agricultores entrevistados (21 produtores), o tempo de irrigação é sempre suficiente, ou seja, nunca falta água para o procedimento. Apenas 7 entrevistados afirmaram que o tempo de irrigação é eventualmente suficiente (Tabela 32 no Anexo 3). De acordo com estes irrigantes, a quantidade de água é insuficiente, sendo que o lago de P74

chega a secar. Já o produtor da UPA cadastrada como P5 observou que, além de pouca água, o recurso hídrico está diminuindo nas nascentes de sua propriedade.

4.2.12 – VAZAMENTOS

A Figura 29 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo da quantidade de vazamentos no sistema de irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

Dos 28 agricultores entrevistados, 26 afirmaram existir poucos vazamentos no sistema de irrigação enquanto 2 irrigantes afirmaram existir vazamentos “acima do normal” para o sistema por aspersão, classificando o vazamento como regular (Tabela 33 no Anexo 3).

4.2.13 – ESPAÇAMENTO ENTRE ASPERSORES

A Figura 30 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo do dimensionamento do espaçamento entre aspersores na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

Da mesma forma como para as bombas, a maioria dos entrevistados (26 produtores) respondeu que o espaçamento entre os aspersores é dimensionado, enquanto que 1 agricultor conhece o assunto mas não obedece critérios de dimensionamento de aspersores e 1 agricultor desconhece o assunto (Tabela 34 no Anexo 3).

4.2.14 – ASSISTÊNCIA TÉCNICA E MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A Figura 31 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo da existência de assistência técnica e de manutenção preventiva dos sistemas de irrigação das UPAs da bacia do rio Jundiaí-Mirim. Dos 28 agricultores entrevistados, 14 afirmaram que o sistema de irrigação não possui nenhum tipo de assistência técnica e manutenção preventiva, 5 possuem este tipo de serviço eventualmente e 9 o fazem periodicamente (Tabela 35 no Anexo 3).

A maior parte dos produtores que afirmou que o sistema de irrigação não possui nenhuma assistência técnica e manutenção preventiva declarou que a manutenção dos equipamentos é feita por conta própria, sendo que o técnico especializado é chamado em casos

nos quais é impossível o reparo dos equipamentos por conta própria ou com o auxílio de algum amigo ou familiar.

4.2.15 – AUTO-AVALIAÇÃO

A Figura 32 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo da auto-avaliação sobre a qualidade da irrigação na bacia do rio Jundiá-Mirim.

Dos 28 agricultores entrevistados, 14 consideram que a irrigação na UPA é de boa qualidade, 13 entrevistados consideram a irrigação como de qualidade regular e apenas 1 agricultor considera a irrigação como de qualidade ruim (Tabela 36 no Anexo 3).

Dos 14 entrevistados que consideram a irrigação como de boa qualidade, 8 obtiveram o IQI acima de 31 pontos (P3, P10, P42, P57, P68, P86, P89 e P94), confirmando a boa qualidade da irrigação. Os outros 6 entrevistados que consideram a irrigação como de boa qualidade (P1, P6, P19, P23, P43, e P92) obtiveram o IQI entre 22 e 30 pontos, que indica qualidade regular na irrigação.

Da mesma forma, dos 13 entrevistados que consideram como a irrigação como de qualidade regular, 8 obtiveram o IQI entre 22 e 30 pontos (P2, P4, P5, P11, P45, P72, P78 e P97), confirmando a resposta obtida com a soma dos pontos. Os outros 5 entrevistados que consideram a irrigação como de qualidade regular (P41, P50, P74, P88 e P95) obtiveram o IQI acima de 31 pontos, que indica boa qualidade de irrigação.

O único produtor que considera a qualidade da irrigação na UPA (P91) como ruim obteve a qualificação do sistema de irrigação pelo IQI como qualidade regular, obtendo 27 pontos, próximo do limite inferior do IQI para a faixa de classificação como qualidade regular.

4.2.16 – TEMPO DE ENTREVISTA

A Figura 33 (Anexo 2) apresenta o gráfico indicativo do tempo de entrevista com Q2, durante a etapa II. O tempo de entrevista desta etapa II foi variado, com duração mínima de 5 minutos e máxima de 45 minutos (Tabela 37 no Anexo 3).

A duração média de cada entrevista utilizando o questionário-diagnóstico Q2 foi de 14,4 minutos, quase a metade do tempo gasto com as entrevistas utilizando Q1.

Metade das entrevistas desta etapa II, 14, foi realizada entre cinco e dez minutos, sendo que apenas 3 entrevistas foram realizadas em um tempo relativamente grande, com 30 minutos para as entrevistas em P19 em P88, e 45 minutos para a entrevista em P92.

4.3 – RESULTADOS DA ETAPA III

A etapa III do presente diagnóstico foi realizada entre 17/6/2004 e 28/6/2004, quando foram realizadas saídas a campo na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim para a verificação do funcionamento dos sistemas de irrigação, ou de seu desligamento, conforme informações obtidas nas entrevistas das etapas I e II.

Na etapa III foram percorridos cerca de 244 km de estradas e acessos as UPAs irrigadas, com um tempo total de verificação de aproximadamente 17,5 horas (Tabela 38 no Anexo 3).

A partir desta etapa, foi possível atualizar o banco de dados em SIG e obter novos valores para a ocupação agrícola da bacia do rio Jundiaí-Mirim.

4.3.1 – ATUALIZAÇÃO DO MAPA DE USO E OCUPAÇÃO AGRÍCOLA DO SOLO

Com as pesquisas de campo, foi feita a atualização de M0, que possibilitou a geração de novos mapas de uso do solo relacionados à agricultura.

Após as etapas I e II foi feita a primeira atualização do banco de dados em SIG, incluindo as informações obtidas até dezembro de 2003.

A Figura 34 (Anexo 2) apresenta o mapa de uso agrícola do solo na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, atualizado em 2003 a partir da pesquisa de campo durante as etapas I e II, denominado M1.

Com a verificação da etapa III, foi possível realizar nova atualização no banco de dados em SIG e obter nova atualização no mapa de uso agrícola do solo (Figura 35 no Anexo 2), denominado M2.

4.3.2 – EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS

A partir do banco de dados em SIG foram obtidas as áreas ocupadas pelas culturas agrícolas e, com a sua atualização, pode-se mensurar a evolução da ocupação das áreas irrigadas (Tabela 39 no Anexo 3).

Com a análise dos dados, pode-se constatar a diminuição das áreas cultivadas com horticultura e uva, entre os anos de 2002 e 2004, enquanto que a diminuição da área cultivada com citros diminuiu apenas entre 2002 e 2003.

A Figura 36 (Anexo 2) apresenta o mapa de uso agrícola do solo na sub-bacia do Córrego Pitangal em 2002, obtido a partir de M0.

As Figuras 37 e 38 (Anexo 2) apresentam as atualizações do referido mapa após a pesquisa de campo das etapas I e III, respectivamente. A Figura 37 (Anexo 2) apresenta uma nova área com cultivo de horticultura (morango) e a desativação de uma área de horticultura enquanto a Figura 38 (Anexo 2) apresenta a área cultivada com horticultura (morango) já desativada.

4.3.3 – DESATIVAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Durante a etapa I foi constatada a intenção de 11 agricultores irrigantes em parar a produção irrigada (P19, P25, P32, P37, P42, P46, P48, P55, P65, P85 e P97), cerca de 11% dos entrevistados nesta etapa I.

Após a verificação da etapa III foi constatado que 15 agricultores irrigantes desativaram os sistemas de irrigação (P13, P21, P22, P25, P27, P42, P45, P50, P52, P60, P66, P74, P76, P82 e P95) os quais informaram que não pretendem reativá-los, o que representa 15% dos agricultores irrigantes cadastrados na etapa I.

Na etapa III também foi verificado que 2 agricultores irrigantes desmontaram os sistemas de irrigação (P79 e P80), os quais informaram que os sistemas serão montados para a irrigação da próxima safra.

A Figura 39 (Anexo 2) apresenta o mapa da bacia do rio Jundiá-Mirim com os pontos de captação de água para irrigação cadastrados após a etapa III, indicando as bombas ativas, desativadas e desmontadas.

5 – CONCLUSÕES

A metodologia utilizada neste estudo apresentou-se satisfatória para a elaboração de diagnóstico relacionado ao uso da água na irrigação de culturas na bacia do rio Jundiá-Mirim e atendeu ao objetivo geral do presente trabalho, tendo em vista os resultados obtidos.

Com este estudo pode-se ainda concluir que a irrigação de culturas na bacia do rio Jundiá-Mirim pode gerar diversos problemas aos corpos d'água, tendo em vista que a maioria dos sistemas de irrigação é por aspersão convencional, não possuem projeto para a sua utilização e a assistência técnica e manutenção preventiva são praticamente inexistentes.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O diagnóstico fornece indicativos para a condução racional do uso e manejo da técnica de irrigação, com vistas à redução do desperdício de água e dos conseqüentes impactos negativos ao ambiente. Também fornece indicativos de redução da atividade agrícola irrigada ou não, fato que é bastante preocupante tendo em vista a importância da bacia do rio Jundiá-Mirim, já que as culturas agrícolas estão sendo substituídas por loteamentos urbanos.

Para a realização de um diagnóstico sobre o uso da água na irrigação de culturas em bacias hidrográficas recomenda-se adaptar Q1 às necessidades das regiões a serem estudadas, especialmente com relação ao tipo de informação que está se buscando. O questionário Q2 também pode ser utilizado, adaptando-o ao sistema de irrigação da região a ser estudada.

A metodologia utilizada neste trabalho pode ser utilizada em outras pequenas bacias hidrográficas, especialmente naquelas ocupadas por agricultura familiar com predominância de sistemas de irrigação por aspersão convencional. Entretanto, cabe ressaltar que a proposta de avaliação do IQI através de um questionário-diagnóstico leva em conta apenas as respostas dos agricultores irrigantes. Assim, a avaliação da qualidade da irrigação deve ser realizada através de parâmetros e indicadores mensuráveis existentes na literatura.

De certa forma, a ousadia de se estabelecer um Índice de Qualidade de Irrigação (IQI) baseado em parâmetros não mensuráveis demonstrou ser viável sob a ótica do entendimento de aspectos relacionados ao manejo do sistema, que depende do agricultor que o executa, e a vários fatores relacionados à boa qualidade da irrigação. Porém, este diagnóstico necessita

estar integrado a outros diagnósticos específicos para que se possa determinar todos os fatores relacionados ao uso da água na irrigação de culturas em uma bacia hidrográfica e o seu conseqüente impacto negativo. Para a avaliação de sistemas de irrigação, deve-se realizar avaliações de coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação, que mensuram a qualidade da irrigação de forma precisa, sob a ótica da engenharia. No entanto, o parâmetro IQI demonstrou a necessidade de uma maior preocupação por parte de técnicos e órgãos públicos ligados à assistência técnica e manutenção preventiva de sistemas agrícolas, no sentido de melhorar o atendimento aos agricultores irrigantes. De fato, sistemas de irrigação em perfeito funcionamento somados a agricultores capacitados continuamente aumentam a qualidade e a eficiência da irrigação.

No caso do cadastramento de agricultores irrigantes, a metodologia mostrou-se bastante eficiente, tendo em vista a facilidade da identificação de áreas e culturas irrigadas. Tal fato pôde ser comprovado pelo cadastramento incorreto de agricultores da sub-bacia do Córrego Pitangal por um profissional que realizava o cadastramento de agricultores irrigantes da bacia do rio Atibaia, que ultrapassou os limites daquela bacia no município de Jarinú e realizou o cadastramento incorreto. Entretanto, para o cadastramento de irrigantes, são necessárias alterações na metodologia, principalmente com relação à distância a ser percorrida e ao tempo de entrevista. No caso da distância, o técnico deve realizar, de forma seqüencial e contínua, as visitas às UPAs em cada sub-bacia da região a ser cadastrada, para um melhor aproveitamento do veículo, do combustível e do tempo de deslocamento. Com relação ao tempo de entrevista, o técnico entrevistador deverá ater-se aos dados solicitados, sem entrar no mérito de discussões sobre os temas abordados.

Para a confecção de mapas de uso do solo recomenda-se a utilização de fontes de informações recentes, incluindo-se visitas de campo para a confirmação dos dados obtidos, tendo em vista problemas que podem acontecer durante a interpretação visual das imagens obtidas e também à sazonalidade da produção agrícola.

Com relação à cobrança pelo uso da água, a falta de orientação e de informação mostra que existe grande preocupação com a cobrança pelo uso da água, principalmente relacionada ao valor que deverá ser cobrado e quais produtores deverão pagar a nova taxa. Por isso, sugere-se a realização de encontros e eventos técnicos que incluam o tema na programação.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-MAZZOTTI, A.J. e GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.

BAIARDI, A. Formas de agricultura familiar, à luz dos imperativos de desenvolvimento sustentável e de inserção no mercado internacional. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Foz do Iguaçu, 1999. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sober, 1999.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 2002. 621p.

BARRETO, A.A.de F.; DANTAS, F.J.; MATOS, AA. e GOMES, E.M. **Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo**. UFPB: 2000.

BARRÊTO, S.R; VANZOLINI, F. **Programa Mãos à Obra!** – Apostila de Atividades. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 1997.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994. 112p.

BENEVIDES, V.F. de S. e COIMBRA, R.M. Gerenciamento de Recursos Hídricos. In: Semana de Debates sobre Recursos Hídricos e Meio Ambiente, 1992, Piracicaba. **Atas...** Piracicaba: Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari, DAEE, FUNDAP, Consórcio Intermunicipal, 1992. p.65-68.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 2ed. Viçosa: UFV, 1982.

BOTELHO, C. G. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental**: Água. v.1. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.

BRANCO, S.M. Guia da avaliação da qualidade das águas. In: Observando o Tietê. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2002. p.92-105.

BRASIL. Lei nº 9.433/97
<http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/outras_leis/legis_outros.htm>, 15/06/2001.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Assessoria de comunicação social. **Novo retrato da agricultura familiar** – O Brasil redescoberto, 2000.

BUAINAIN, A.M., et al, Inovação tecnológica na agricultura e a agricultura familiar. In: LIMA, D.M. de A., WILKINSON, J. et alli. **Inovações nas tradições da agricultura familiar**. Brasília: CNPQ/Paralelo15, 2002. p. 47-81.

BUENO, C.S.C. **Integração de Sistemas Especialistas e utilização de técnicas de geoprocessamento no planejamento do uso das terras agrícolas na Microbacia do Ribeirão do Moquéim-SP.** 120p. Tese (Doutorado em Análise de Informação Espacial) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2001.

CAMPOS, S.P. **Planejamento agroambiental de uma microbacia hidrográfica utilizando um Sistema de Informação Geográfica.** 137p. Tese (Doutorado em Energia e Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2001.

CARUSO, R. **Água, Vida.** Campinas: Fundação Cargil, 1998.

CASTRO, A.G. **Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas Geográficos de Informações no Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas.** 142p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1992.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** 5 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling.** California Agric. Exp. St. Bull. 670. University of California, Berkeley. 1942.

CONDINI, P. **Subsídios para educação ambiental na bacia hidrográfica do Guarapiranga.** São Paulo: SMA/CEAM, 1998. 31 p.

CONSÓRCIO PCJ. **Glossário de Termos Técnicos em Gestão dos Recursos Hídricos.** 2 ed. Americana: 2002.

CRISTOFIDIS, D. **Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil.** Brasília: CDS/UNB, 1999.

DAKER, A. **Irrigação e Drenagem:** a água na agricultura. v.3, 6ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984.

FADINI, A.A.B. **Impactos do Uso das Terras na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá (SP).** 141p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1998.

FERREIRA, A.B.H. **Novo Aurélio Século XXI:** o dicionário da língua portuguesa. 3ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2128p.

FONTES, A.T. e SOUZA, M.P. **Diagnósticos e Cenários Ambientais Utilizando SIG na Conservação de Recursos Hídricos: O Caso de Ribeirão Preto.** In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, Vitória, 1997. **Anais...** São Paulo, ABRH, 1997. p. 651-658.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

JUNDIAÍ (Município). Lei nº 2.405/80 <http://www.daejundiai.com.br/legislacao_mun.htm>, 20/04/2002.

KELMAN, J. Gerenciamento de Recursos Hídricos. Parte I: Outorga. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, 1997, Vitória. **Anais...** São Paulo: ABRH, 1997. p.123-128.

KRUDEV, T. G. **Água: vida das plantas**. São Paulo: Ícone, 1994. 178p.

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LAL, R. **Métodos para a avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.

LIMA, D.M. de A e WILKINSON, J. Iniciativas do CNPQ em CT&I para apoio à agricultura familiar e a assentamentos de reforma agrária. In: LIMA, D.M. de A.; WILKINSON, J. et alli. **Inovações nas tradições da agricultura familiar**. Brasília: CNPQ/Paralelo15, 2002. p13-38p.

LOPES, R.L.L. e CORDEIRO, O.M.C. Questões, Querelas e Quimeras da Nova Lei das Águas. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, 1997, Vitória. **Anais...** São Paulo: ABRH, 1997.

MACÊDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 2ed. Belo Horizonte: Jorge Macêdo, 2003. 450p.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MATOS, J.A.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, H.M. & AZEVEDO, C.V.A. Características hidráulicas do microaspersor Dan Sprinkler 2001. **Irriga**, Botucatu, v.1 ,n.3, p.30-44. 1996

MORAES, J.F.L., CARVALHO, Y.M.C., PECHE FILHO, A. **Diagnóstico agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do rio Jundiaí-Mirim**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. Relatório FAPESP, 2001. 126 p.

MORAES, J.F.L., PECHE FILHO, A., CARVALHO, Y. M. **Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do rio Jundiaí-Mirim**. Relatório parcial da 2ª fase, <<http://center.barao.iac.br/testesolos/>>, 10/03/2002.

MORAES, J. F. L., PECHE FILHO, A., CARVALHO, Y. M. **Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do rio Jundiaí-Mirim**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. Projeto Fapesp, 2003. 338p.

PINO, F.A. (org). **Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: IEA, CATI, SAA, 1997.

PINTO, W. D. **Coletânea da Legislação Federal do Meio Ambiente**. Brasília, 1998.

PROCHNOW, M.C.R. Problemas e Impactos Urbanos e Agrícolas. In: Semana de Debates sobre Recursos Hídricos e Meio Ambiente. 1992. Piracicaba. **Atas...** Piracicaba: Consórcio Intermunicipal das Bacias dos rios Piracicaba e Capivari, DAEE, FUNDAP, 1992. p165-170.

RAPOSO, J. R. **A rega por aspersão**. Coleção Técnica Agrária. Lisboa: Clássica Editora, 1979. 339p.

REA, L.M. e PARKER, R.A. **Metodologia de pesquisa**: do planejamento à execução. São Paulo: Pioneira, 2000. 262p.

ROSA, A. V. **Agricultura e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998. 95p.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia - Departamento de Geografia- FFLCH-USP / Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT / FAPESP, 1997. 64p. (Mapas e relatórios).

RUSSO JR., M. **Dados climáticos auxiliares para planejamento e projeto de sistemas de irrigação**. São Paulo: CESP, 1980, 13p. (mapas).

SÃO PAULO (Estado). Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Implantação, Resultados e Perspectivas**. Campinas: Arte Brasil, 1996.

SÃO PAULO (Estado). Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. “**Relatório Zero**”. São Paulo: CETEC, fev. 2000, CD-Rom.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo/2003**.

<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/agua_geral.asp>, 20/05/2004

SÃO PAULO (Estado). **Usos dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**.

<<http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/daeeusos2.asp>> 20/05/2004.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 8.468/76, Lei nº 7.663/91.

<http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/outras_leis/legis_outros.htm>, 15/06/2001.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 10.755/77, Decreto nº 43.284/98.

<<http://www.imesp.com.br>>, 15/06/2001.

SENA, L.B.R. Proteção e Recuperação de Mananciais. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1, 1997, Vitória. **Anais...** São Paulo: ABRH, 1997. p.115-122.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v.1, 2ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1996. 243p.

STRASKRABA, M. e TUNDISI, J. G. **Gerenciamento da qualidade da água de represas**. São Carlos: ILEC; IIE, 2000.

TESTEZLAF, R. **Aplicações modernas das técnicas de irrigação e seus impactos sobre os recursos hídricos**. Especialização por tutoria a distância, Módulo 7: Avaliação de Sistemas de Irrigação. ABEAS/UNICAMP/FEAGRI, 1998. 72p.

TRIPODI, T. et al. **Análise da pesquisa social**: diretrizes para o uso de pesquisa em serviço social e ciências sociais. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975 apud MARCONI, M. e LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

VERMEIREN, L. e JOBLING, G.A. **Irrigação e Drenagem**. Campina Grande: UFPB, 1997.

VILLIERS, M. **Água**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

WITHERS, B. e VIPOND, S. **Irrigação: projeto e prática**. São Paulo: EPU, Editora da Universidade de São Paulo, 1977.

ANEXO 1: QUESTIONÁRIOS-DIAGNÓSTICOS

Q1 – RELATÓRIO DE OBSERVAÇÃO / FORMULÁRIO DE DADOS

Q2 – ENTREVISTA / AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA IRRIGAÇÃO

DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO DE CULTURAS NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM
PROJETO DE PESQUISA – FEAGRI/UNICAMP – MESTRANDO FLÁVIO GRAMOLELLI JÚNIOR
Q1 - RELATÓRIO DE OBSERVAÇÃO / FORMULÁRIO DE DADOS

Data: ___/___/___ Entrevista nº _____ Início: _____ h Término: _____ h
Ponto: _____ Fotos: _____
Local: _____
Coordenadas equip. irrigação (ponto de captação) : _____
Contato feito na UPA: _____

Interesse em responder questionário IQI sim não outro _____

Tipo de Irrigação

- 1 – aspersão _____
- 2 – gotejamento _____
- 3 – sulcos _____
- 4 – outro _____

Cultura

- 1 – café _____
- 2 – cana-de-açúcar _____
- 3 – citros _____
- 4 – fruticultura – uva _____
- 5 – fruticultura – outros _____
- 6 – horticultura _____
- 7 – cultura anual _____
- 8 – outros _____

Lixo

- 1 – residencial _____
- 2 – industrial _____
- 3 – agrícola _____
- 4 – construção civil _____
- 5 – outros _____
- 6 – não observado _____

Esgoto

- 1 – fossa negra _____
- 2 – fossa séptica _____
- 3 – céu aberto _____
- 4 – direto no córrego _____
- 5 – rede pública _____
- 6 – outros _____
- 7 – não observado _____

Aparência da água

- 1 – parda _____
- 2 – clara _____
- 3 – com brilho colorido-óleo _____
- 4 – espumosa _____
- 5 – com blocos de espuma _____
- 6 – leitosa _____
- 7 – lamascenta _____
- 8 – outra _____

DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO DE CULTURAS NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM
PROJETO DE PESQUISA – FEAGRI/UNICAMP – MESTRANDO FLÁVIO GRAMOLELLI JÚNIOR
Q1 - RELATÓRIO DE OBSERVAÇÃO / FORMULÁRIO DE DADOS

Cobertura vegetal das margens

1 – () acima de 70%

2 – () 30 a 70%

3 – () menos de 30%

Loteamentos

1 – () existente

2 – () inexistente

Presença de barreiras no rio

1 – () dique/represa

2 – () desvio/lago

3 – () cascatas/quedas d'água

4 – () outro tipo de obstáculo

5 – () nenhum obstáculo

Estrada

1 – () terra

2 – () asfalto

3 – () cascalho

4 – () outros

Produtor preocupado com a cobrança

pelo uso da água

1 – () sim

2 – () não

3 – () desconhece o assunto

4 – () não sabe / não respondeu

Observações gerais

A – Margem Direita

B – Margem Esquerda

C – Anotações gerais

DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO DE CULTURAS NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM
PROJETO DE PESQUISA – FEAGRI/UNICAMP – MESTRANDO FLÁVIO GRAMOLELLI JÚNIOR
Q2 – ENTREVISTA / AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA IRRIGAÇÃO

Data: ___/___/___ Entrevista nº _____ Início: _____ h Término: _____ h
Ponto: _____ Fotos: _____
Local: _____
Contato feito na UPA: _____

ÁGUA

Coleta e análise da qualidade da água

Não faz / desconhece o assunto
Controle eventual
Controle e análise periódico

Pontos

() 1 _____
() 2 _____
() 3 _____

Considera a qualidade da água de irrigação

Ruim
Média
Boa

Pontos

() 1 _____
() 2 _____
() 3 _____

SOLO

Controle da umidade do solo

Não faz / desconhece o assunto
Controle eventual
Controle periódico

Pontos

() 1 _____
() 2 _____
() 3 _____

Controle da erosão

Conhece mas não faz
Desconhece o assunto
Cobertura vegetal / terraços / curvas de nível / outros

Pontos

() 1 _____
() 2 _____
() 3 _____

CULTURA IRRIGADA

Conhece o ciclo da planta

Conhece mas não aplica
Desconhece o assunto
Conhece e aplica

Pontos

() 1 _____
() 2 _____
() 3 _____

Considera a produtividade

Pequena/baixa
Média/regular
Grande/alta

Pontos

() 1 _____
() 2 _____
() 3 _____

DIAGNÓSTICO DO USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO DE CULTURAS NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM
 PROJETO DE PESQUISA – FEAGRI/UNICAMP – MESTRANDO FLÁVIO GRAMOLELLI JÚNIOR
 Q2 – ENTREVISTA / AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA IRRIGAÇÃO

MANEJO DA IRRIGAÇÃO

<u>Tem projeto de irrigação</u>	<u>Pontos</u>
Não	() 1 _____
Desconhece o assunto	() 2 _____
Sim	() 3 _____

<u>Dimensionamento da bomba</u>	<u>Pontos</u>
Não tem	() 1 _____
Desconhece o assunto	() 2 _____
Dimensionado	() 3 _____

<u>Horário de Irrigação</u>	<u>Pontos</u>
Qualquer horário	() 1 _____
Metade do dia	() 2 _____
Início da manhã e/ou final da tarde	() 3 _____

<u>Tempo de Irrigação</u>	<u>Pontos</u>
Sempre insuficiente	() 1 _____
Eventualmente é suficiente	() 2 _____
Sempre é suficiente	() 3 _____

<u>Vazamentos</u>	<u>Pontos</u>
Muito	() 1 _____
Médio	() 2 _____
Pouco	() 3 _____

<u>Espaçamento entre aspersores</u>	<u>Pontos</u>
Conhece o assunto mas não dimensionado	() 1 _____
Desconhece o assunto	() 2 _____
Dimensionado	() 3 _____

<u>Assistência técnica e manutenção preventiva</u>	<u>Pontos</u>
Inexistente	() 1 _____
Eventual	() 2 _____
Periódica	() 3 _____

Avaliação do Índice de Qualidade da Irrigação (IQI) pela soma dos pontos obtidos:

Pontuação..... Nota Final
 Entre 13 e 21.....Qualidade Ruim
 Entre 22 e 30.....Qualidade Regular
 Entre 31 e 39.....Qualidade Boa

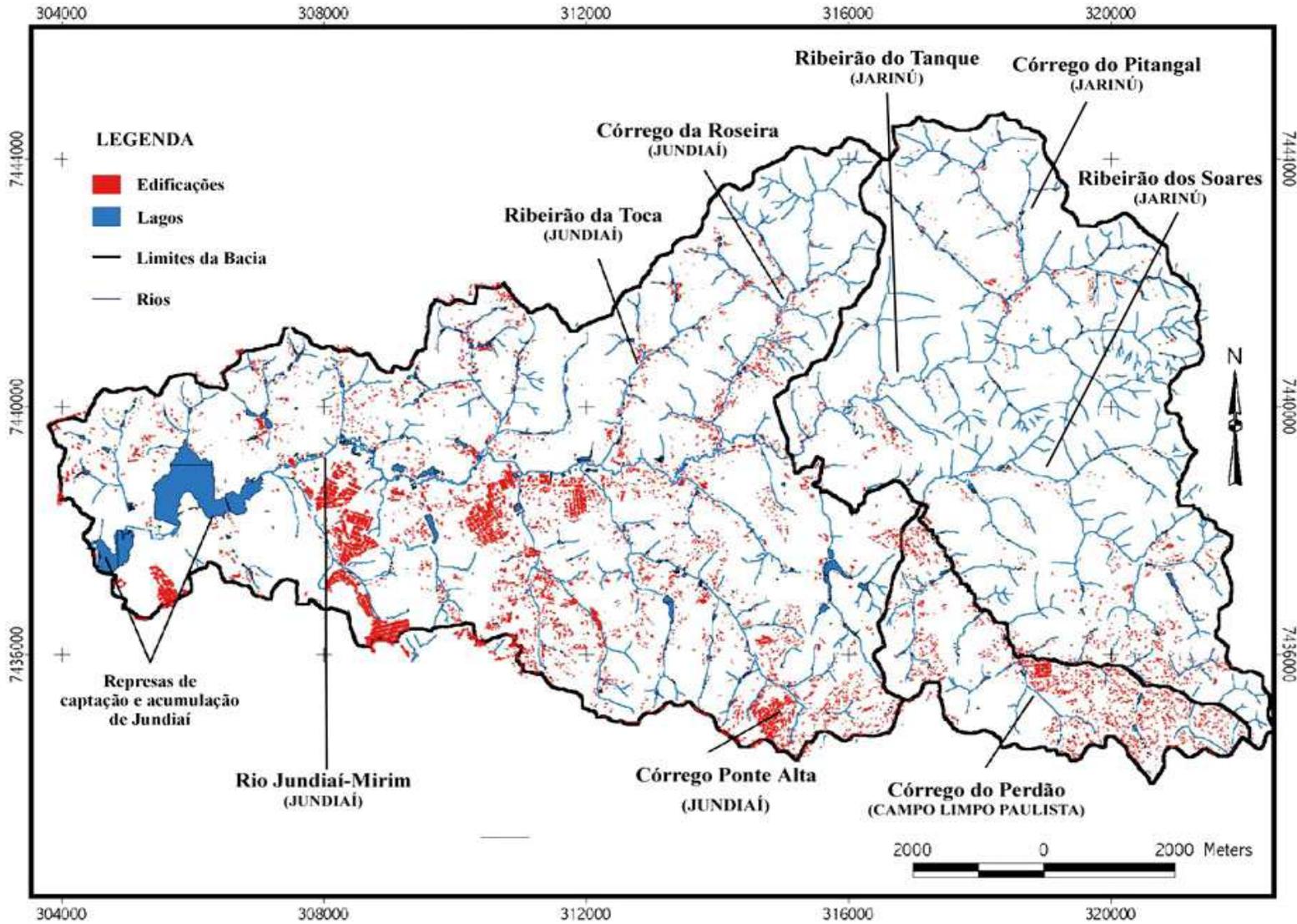
O produtor considera-se um irrigante: () bom () regular () ruim

ANEXO 2: FIGURAS

MAPAS

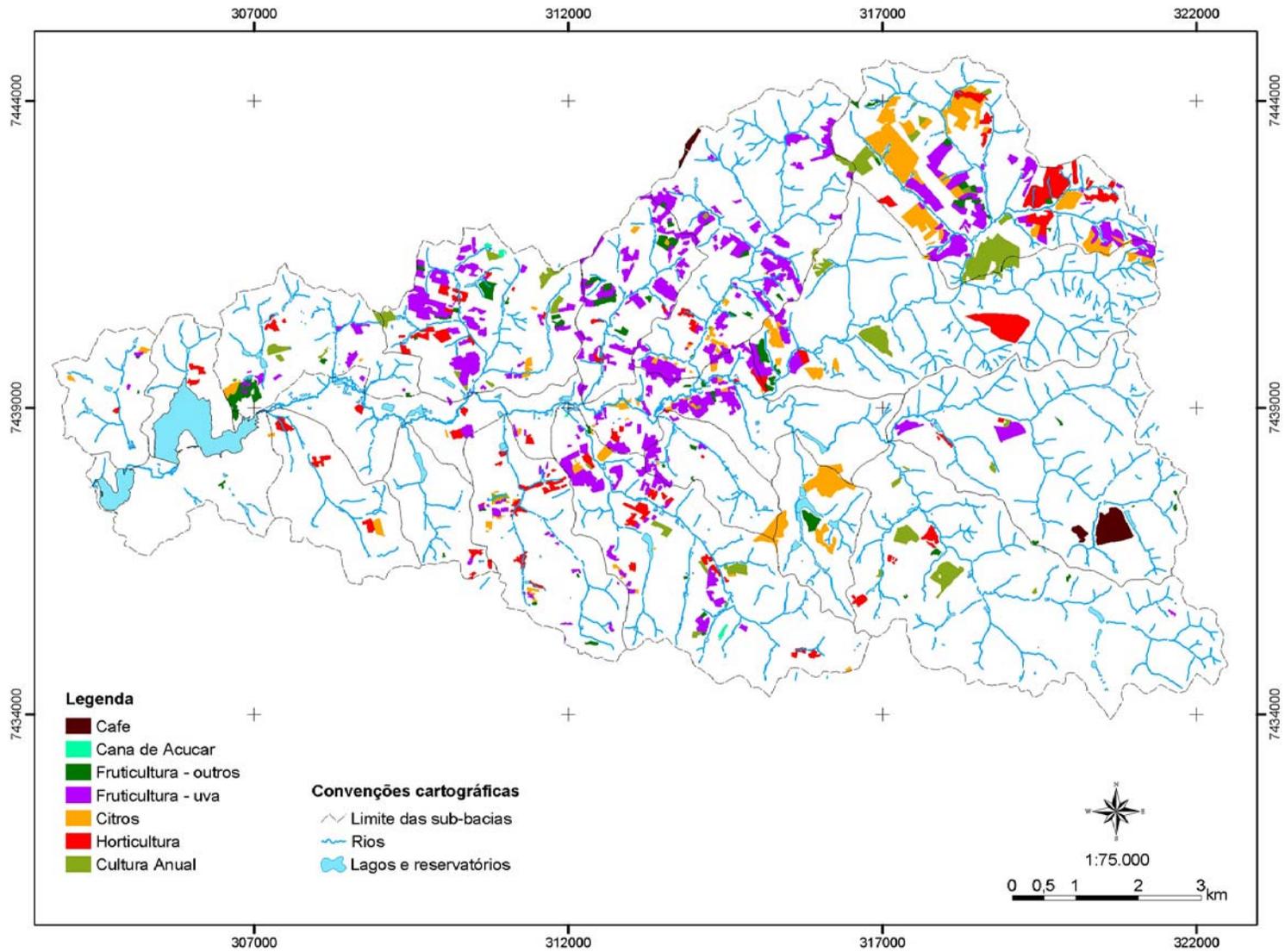
GRÁFICOS

Figura 2: Bacia do rio Jundiá-Mirim abrange os municípios de Jundiá, Jarinú e Campo Limpo Paulista.



Fonte: MORAES et al, 2002.

Figura 3: M0 – mapa de uso e ocupação agrícola do solo da bacia do rio Jundiáí-Mirm utilizado na pesquisa de campo.



Fonte: MORAES et al, 2002.

Figura 4: Mapa da bacia do rio Jundiáí-Mirim com a indicação dos pontos de captação de água georeferenciados, após a etapa I.

59

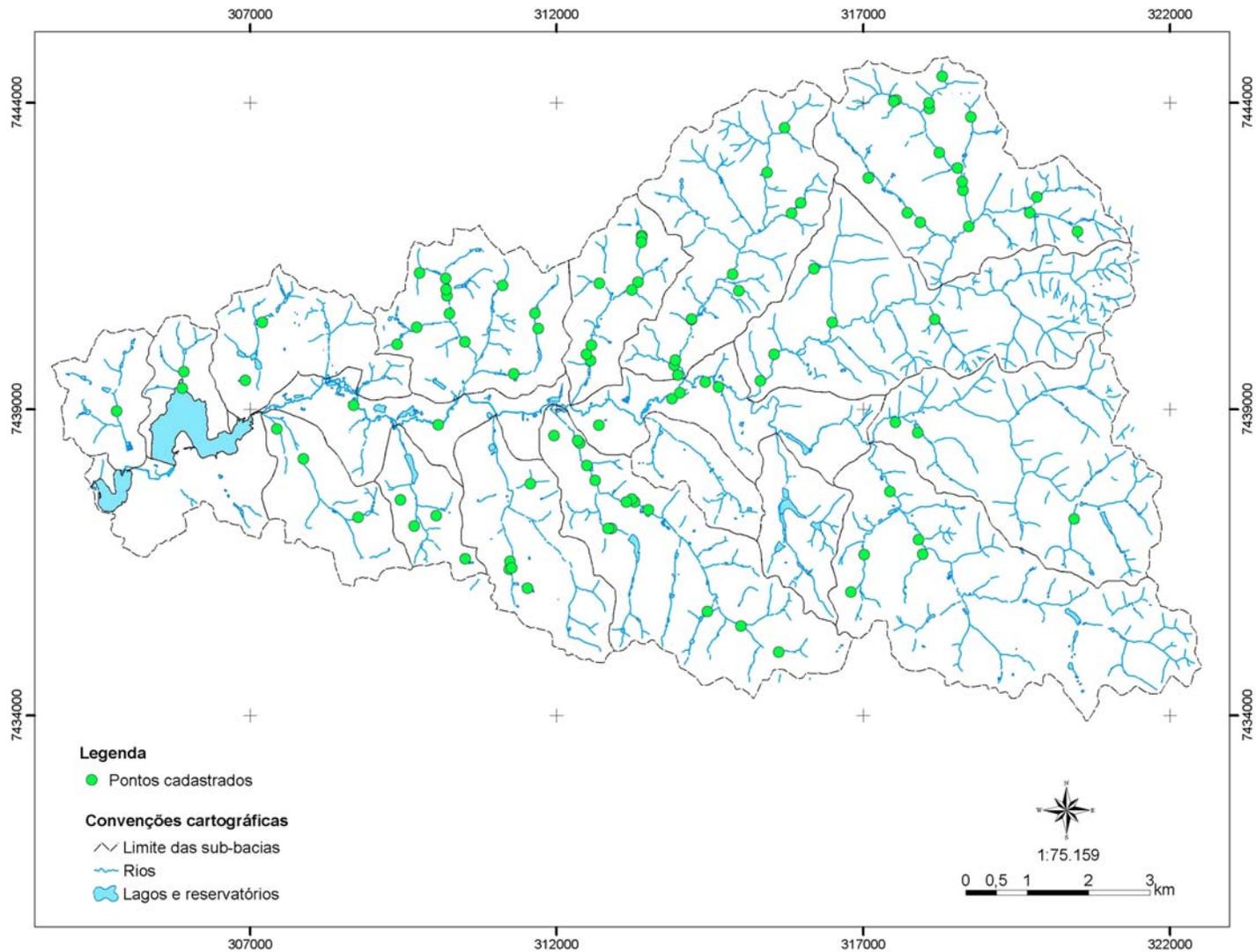


Figura 5: Sistemas de irrigação encontrados na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

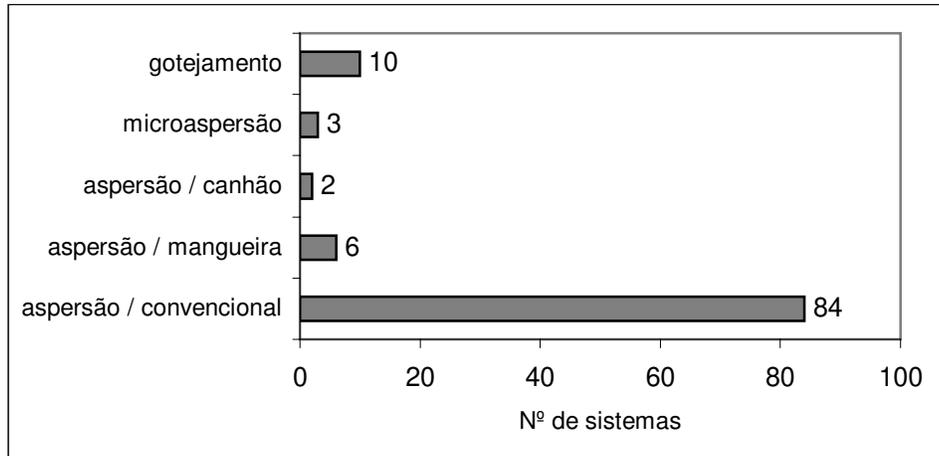


Figura 6: Quantificação das culturas irrigadas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

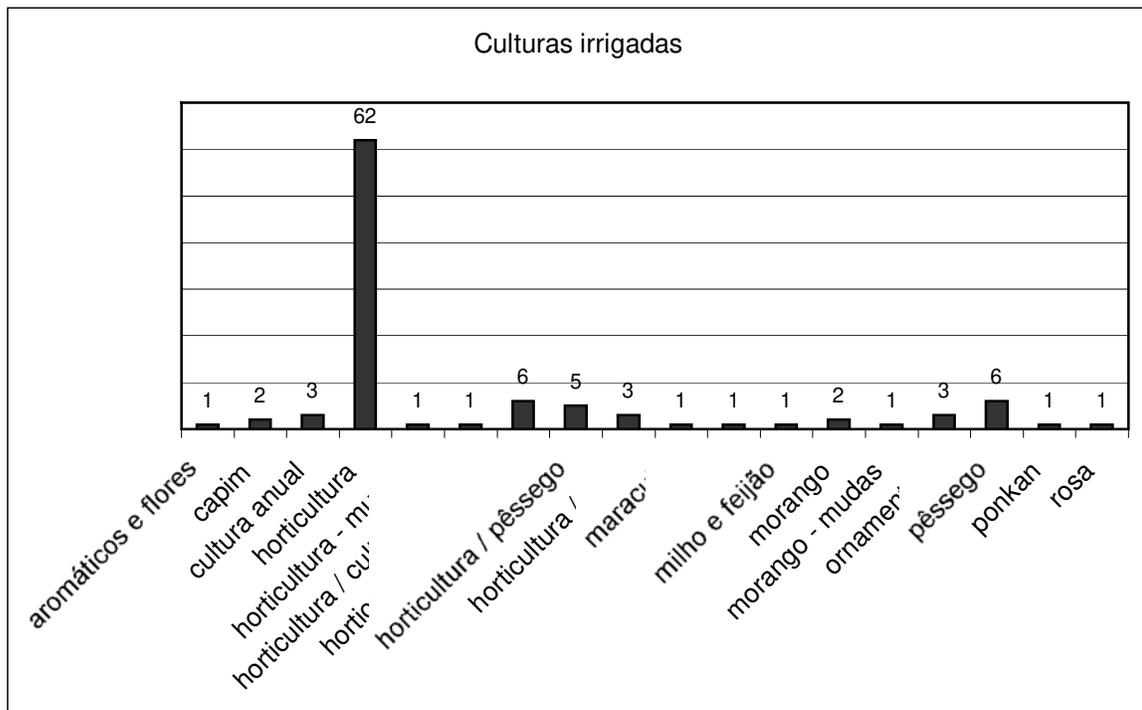


Figura 7: Distribuição percentual do lixo encontrado próximo aos pontos de captação de água para irrigação na bacia do rio Jundiá-Mirim.

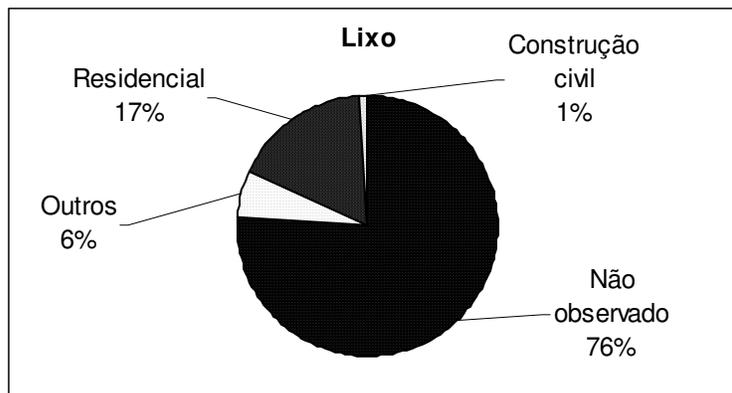


Figura 8: Quantificação dos sistemas de esgotamento sanitário nas UPAs irrigadas na bacia do rio Jundiá-Mirim.

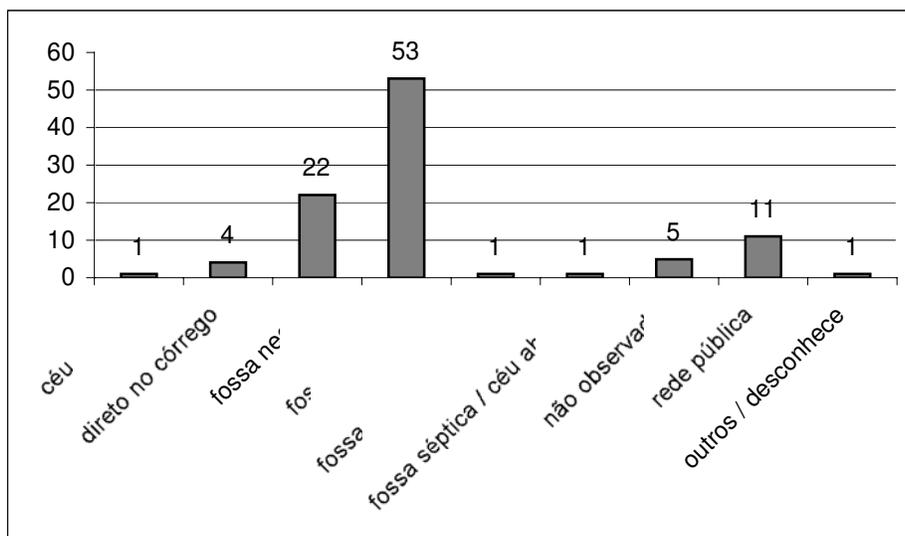


Figura 9: Representação percentual da aparência da água captada para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

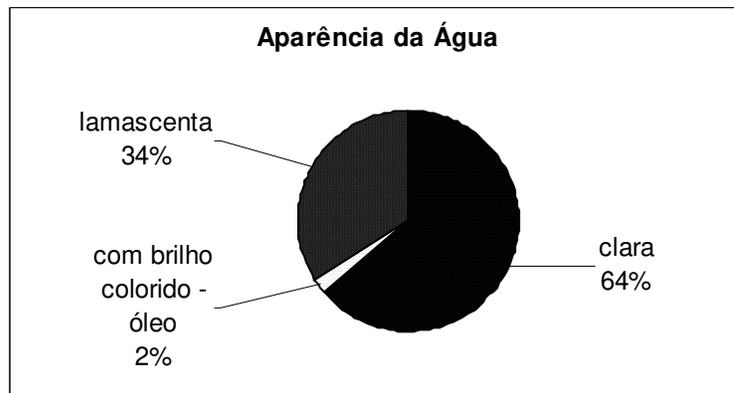


Figura 10: Representação percentual da cobertura vegetal das margens no ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

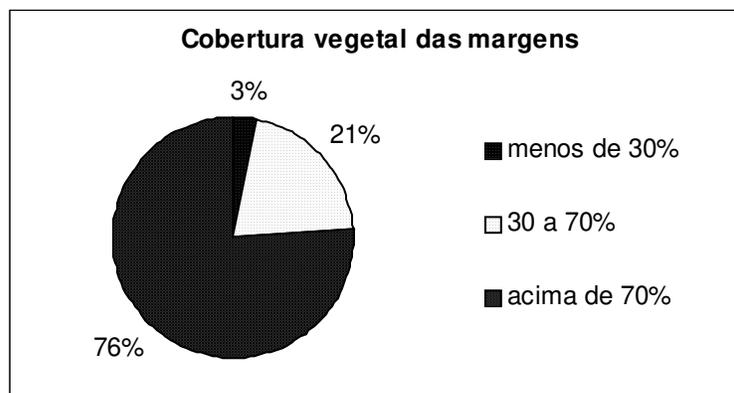


Figura 11: Representação percentual da quantidade de loteamentos próximos às UPAs irrigadas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

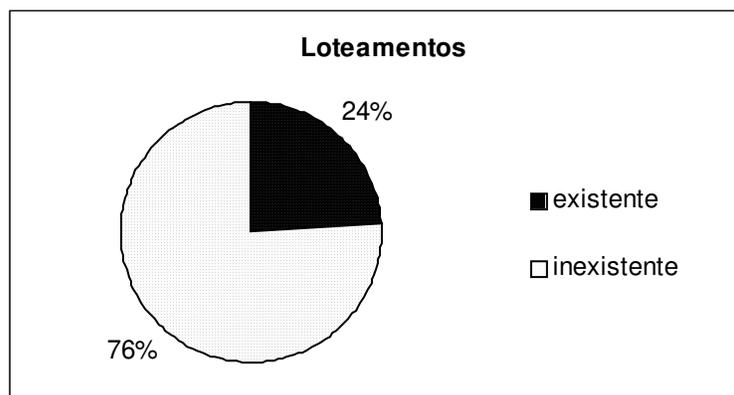


Figura 12: Quantificação percentual do tipo de barreira encontrado próximo ao ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

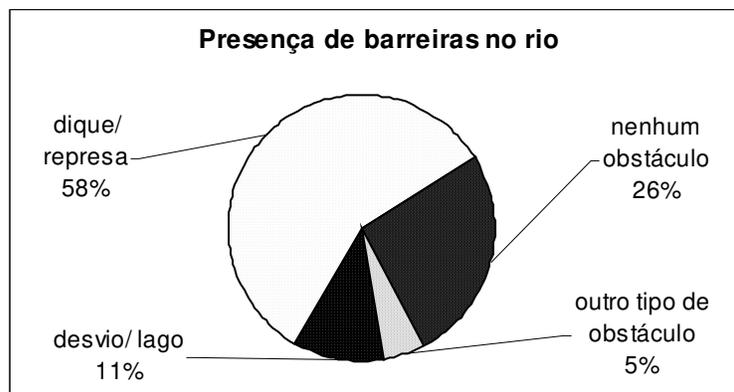


Figura 13: Representação percentual do pavimento das estradas de acesso ao ponto de captação de água para irrigação de culturas na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

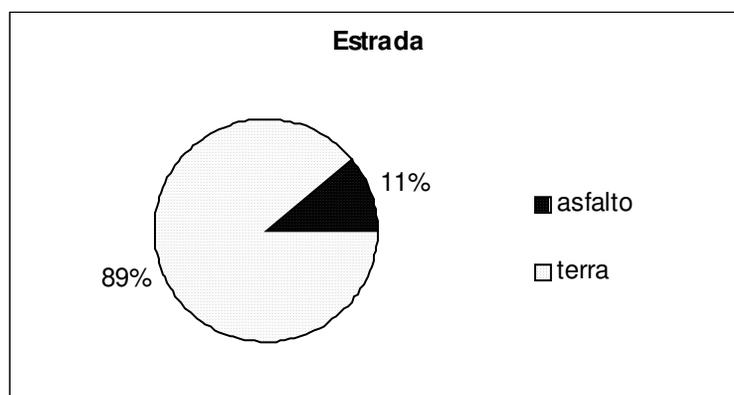


Figura 14: Quantificação percentual da preocupação com a cobrança pelo uso da água na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

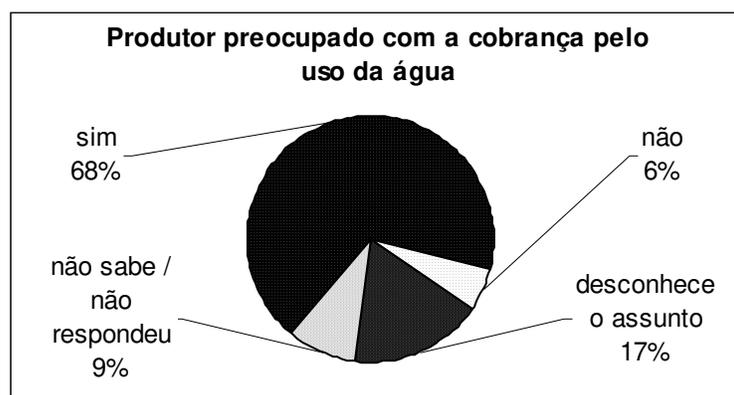


Figura 15: Quantificação percentual do interesse dos entrevistados na etapa I em responder ao questionário-diagnóstico da etapa II.

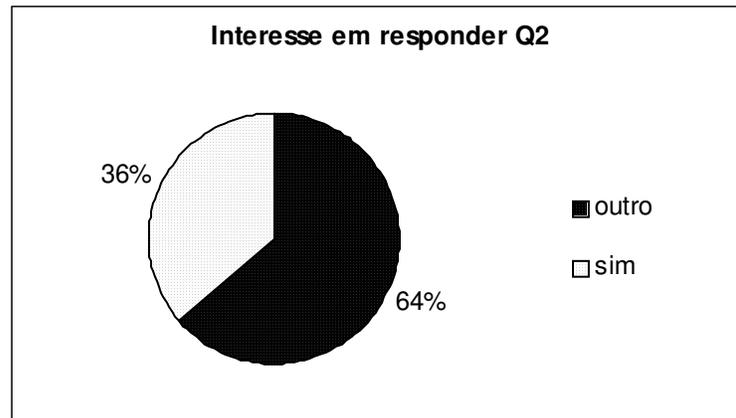


Figura 16: Representação gráfica do tempo de entrevistas na etapa I.

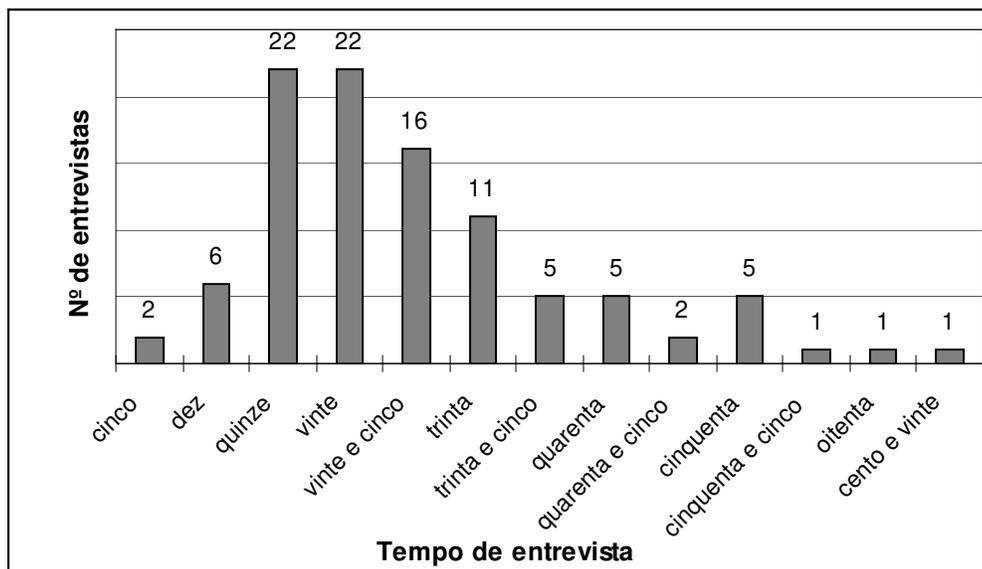


Figura 17: Quantificação percentual do IQI obtido através de Q2.

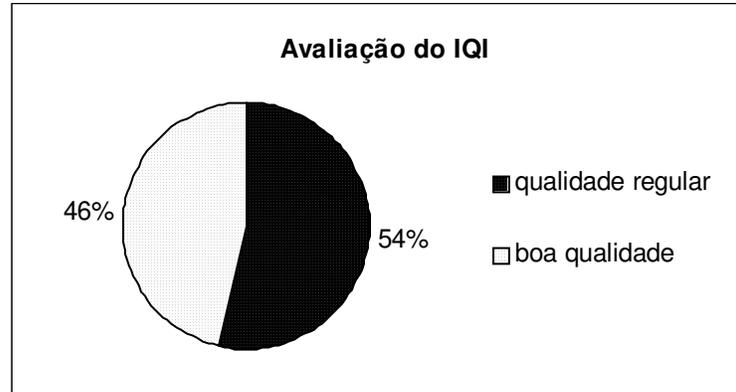


Figura 18: Resultado do IQI nas UPAs pesquisadas na bacia do rio Jundiá-Mirim.

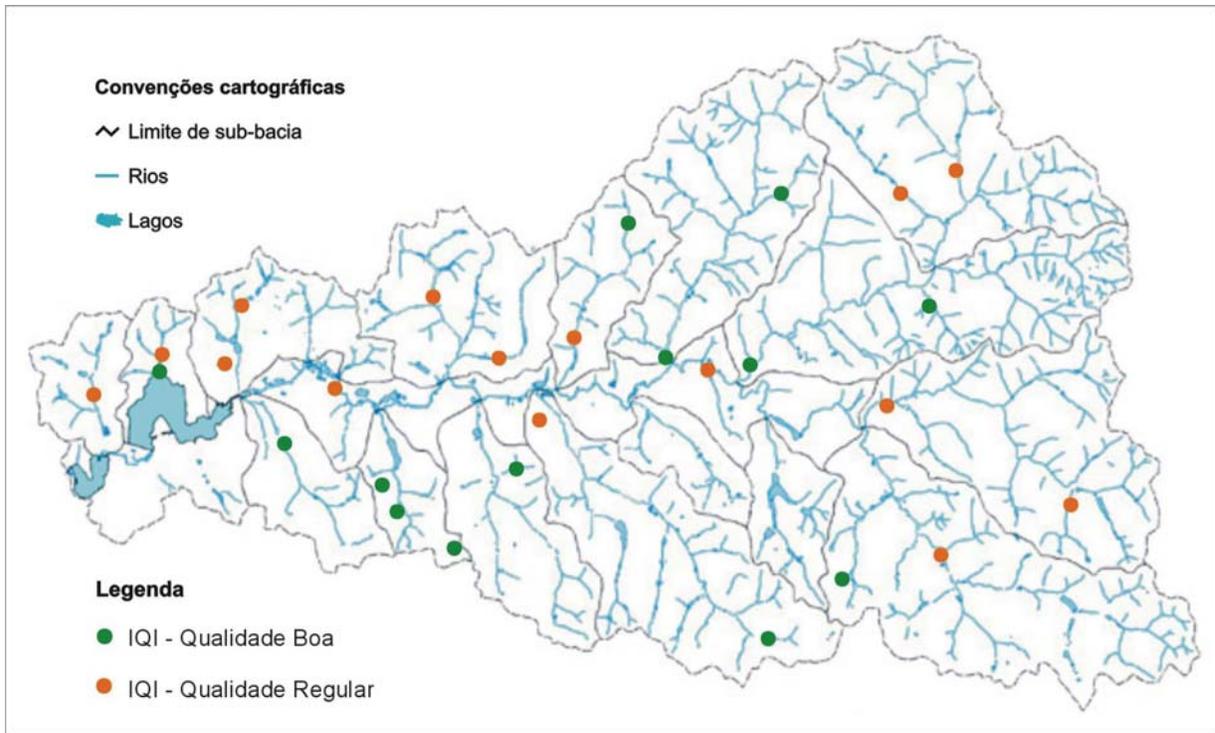


Figura 19: Percentagem dos irrigantes entrevistados que realizam coleta de água para análise da sua qualidade.

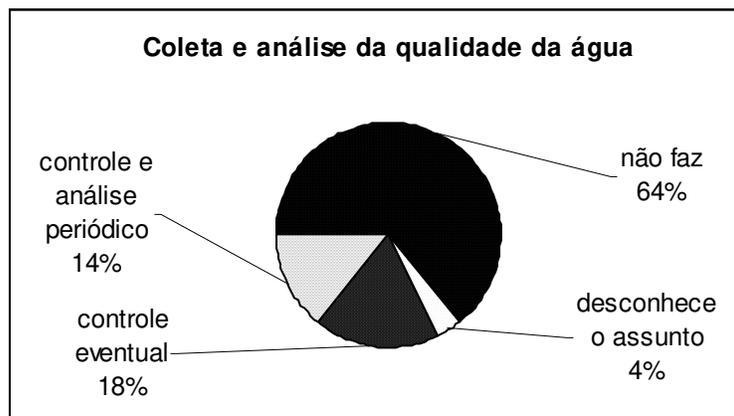


Figura 20: Representação gráfica da consideração sobre a qualidade da água utilizada na irrigação.

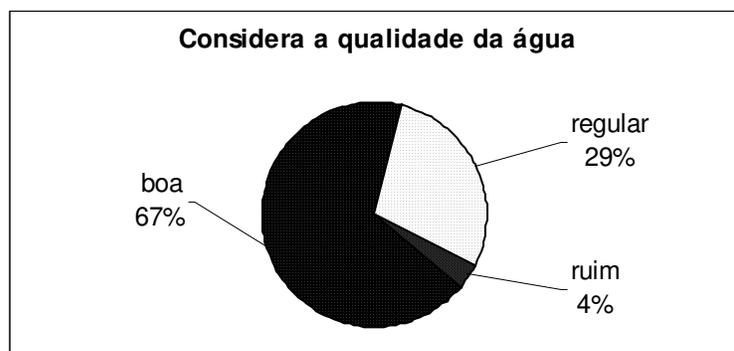


Figura 21: Gráfico indicativo da percentagem dos entrevistados que realizam o controle da umidade do solo.

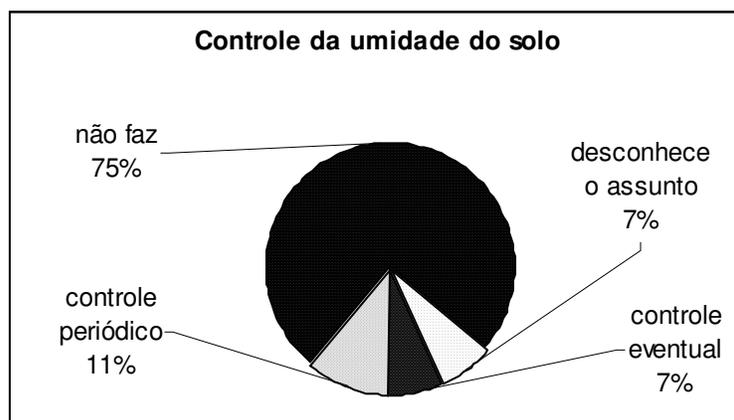


Figura 22: Gráfico indicativo da percentagem das respostas sobre o controle da erosão nas UPAs irrigadas da bacia do rio Jundiá-Mirim.

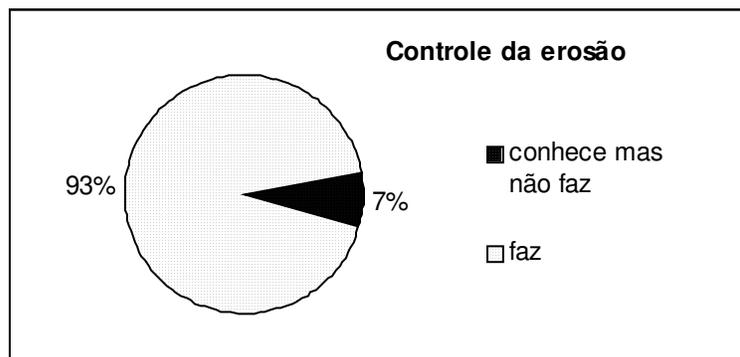


Figura 23: Gráfico indicativo da percentagem dos entrevistados que conhecem o ciclo da planta e realizam a irrigação de acordo com ele.

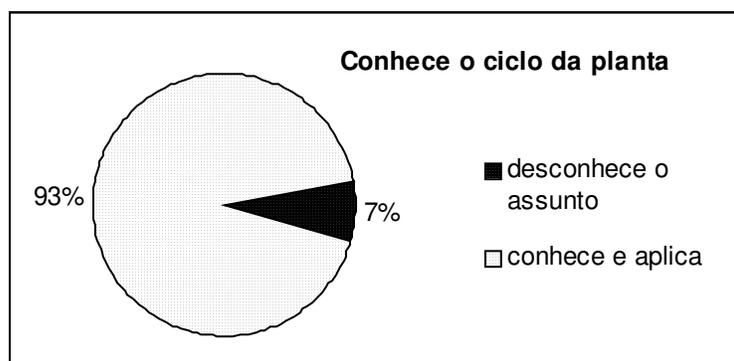


Figura 24: Gráfico indicativo da consideração dos agricultores entrevistados sobre a produtividade da UPA irrigada.

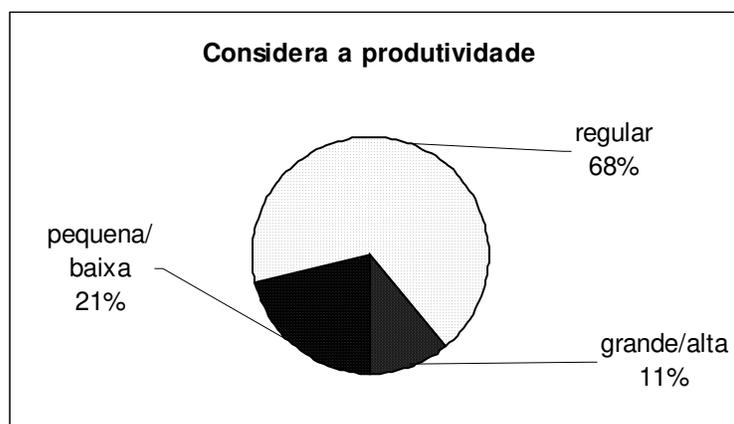


Figura 25: Gráfico indicativo da existência de projetos de irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

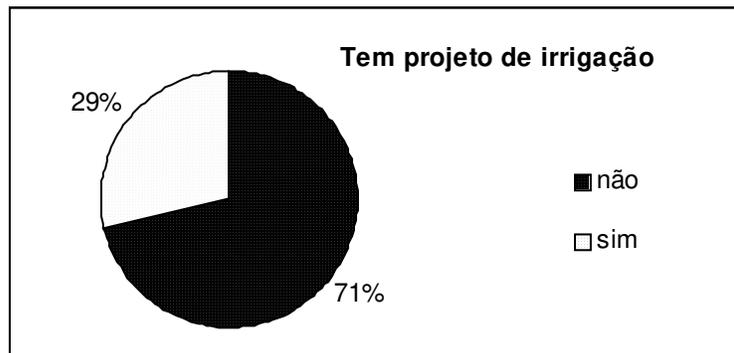


Figura 26: Gráfico indicativo do dimensionamento da bomba de captação de água para irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

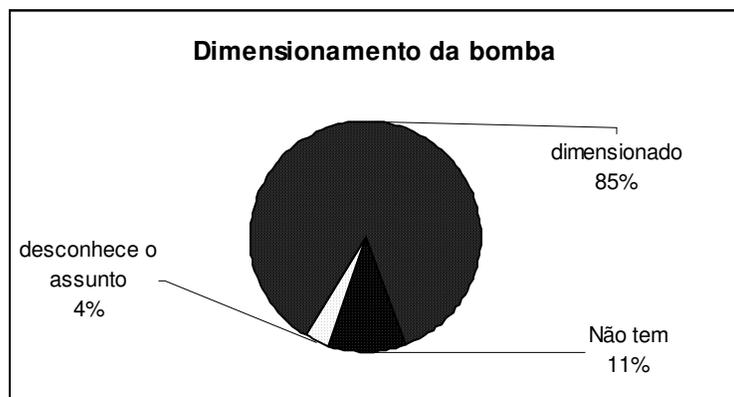


Figura 27: Gráfico indicativo do horário de irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

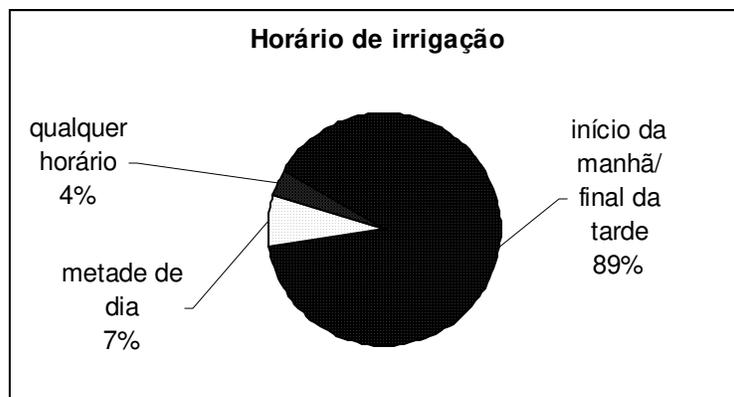


Figura 28: Gráfico indicativo do tempo de irrigação de culturas na bacia do rio Jundiá-Mirim.

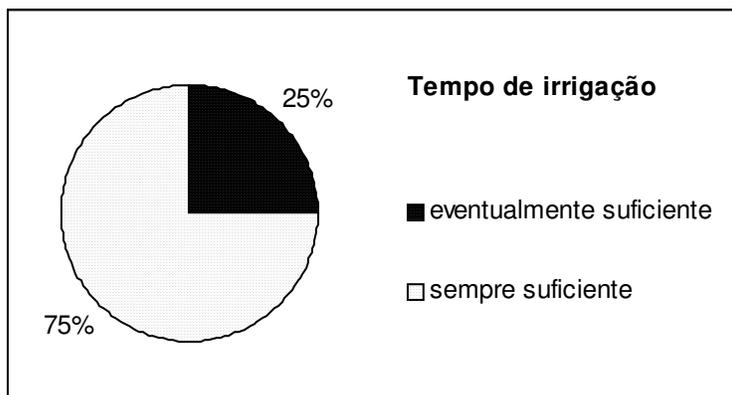


Figura 29: Gráfico indicativo da quantidade de vazamentos no sistema de irrigação de culturas na bacia do rio Jundiá-Mirim.



Figura 30: Gráfico indicativo do dimensionamento do espaçamento entre aspersores na bacia do rio Jundiá-Mirim.

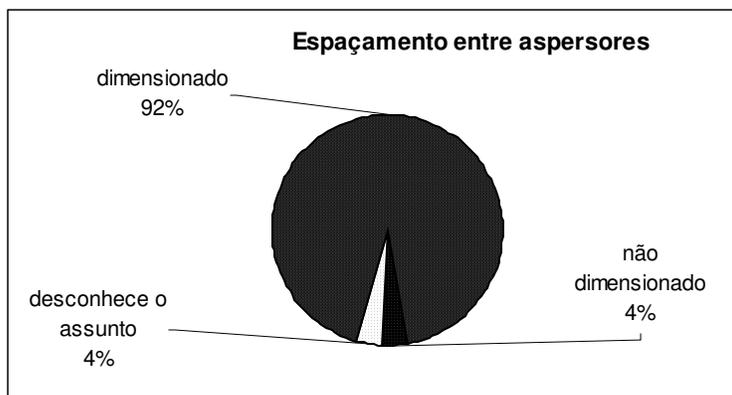


Figura 31: Gráfico indicativo da existência de assistência técnica e de manutenção preventiva dos sistemas de irrigação das UPAs da bacia do rio Jundiaí-Mirim.

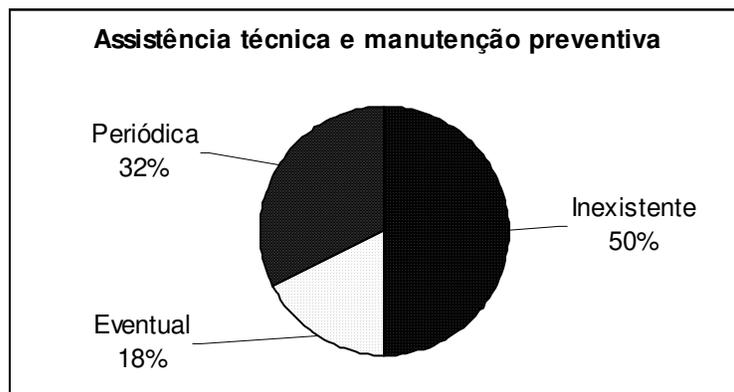


Figura 32: Gráfico indicativo da auto-avaliação sobre a qualidade da irrigação na bacia do rio Jundiaí-Mirim.

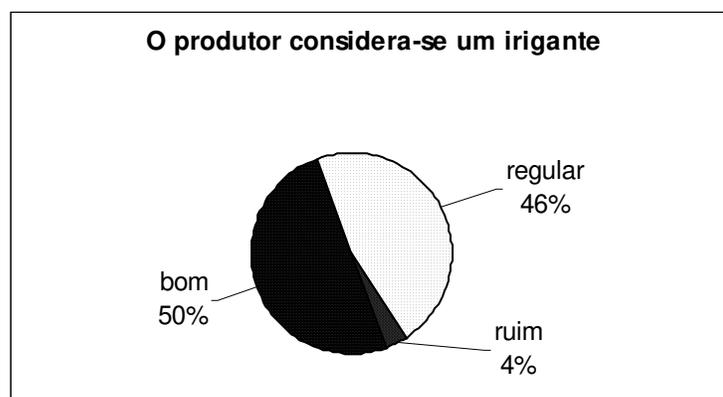


Figura 33: Gráfico indicativo do tempo de entrevista com Q2, durante a etapa II.

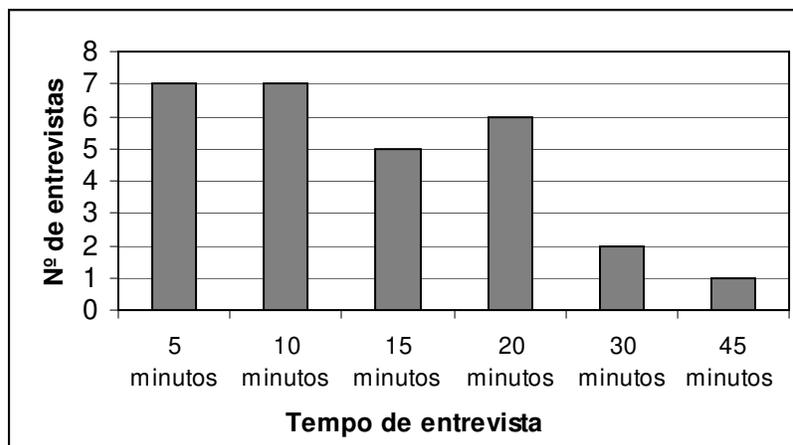


Figura 34: M1 – mapa de uso agrícola do solo na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, atualizado em dezembro de 2003, a partir da pesquisa de campo das etapas I e II.

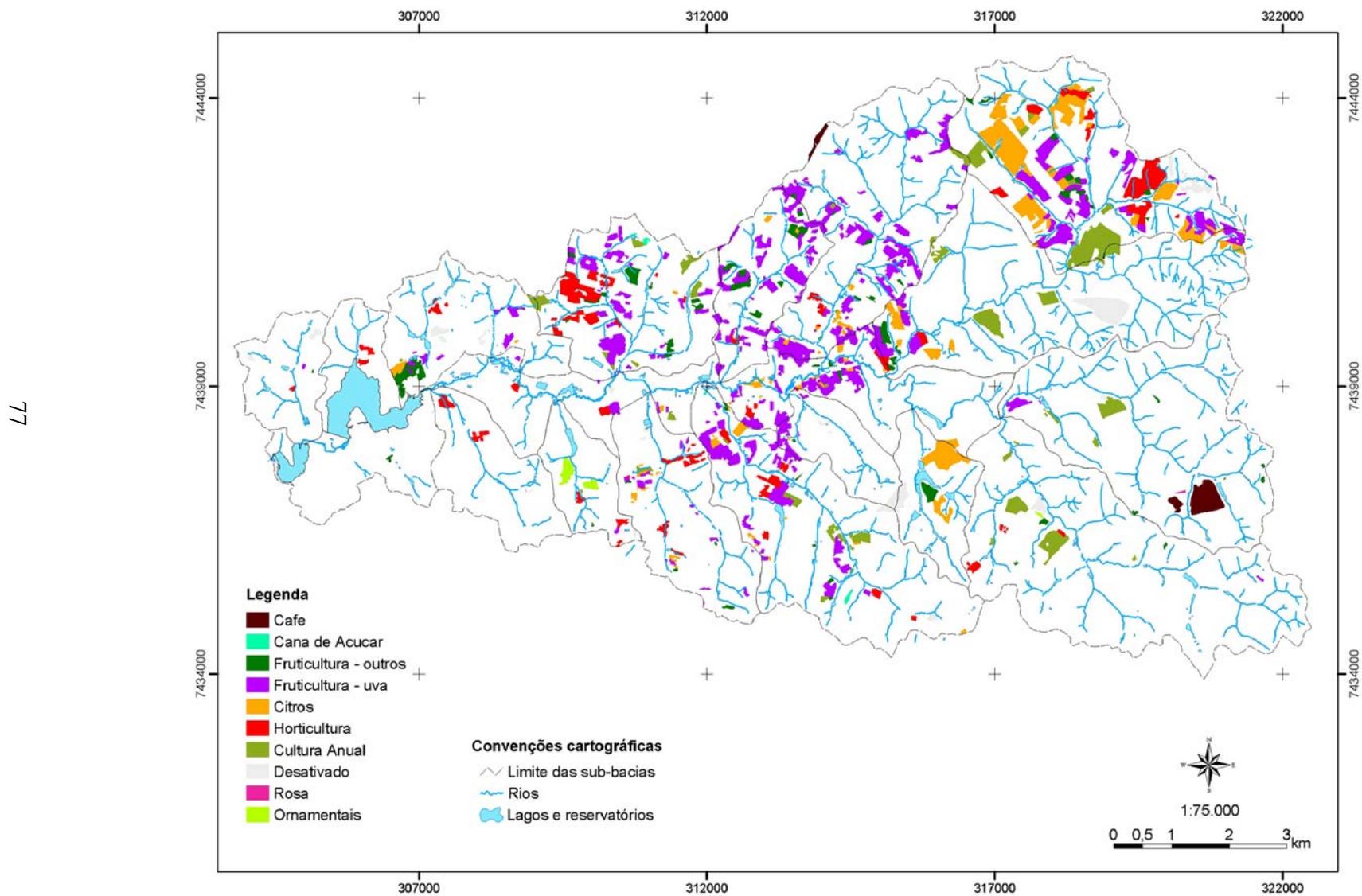


Figura 34: M2 – mapa de uso agrícola do solo na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, atualizado em junho de 2004, a partir da pesquisa de campo da etapa III.

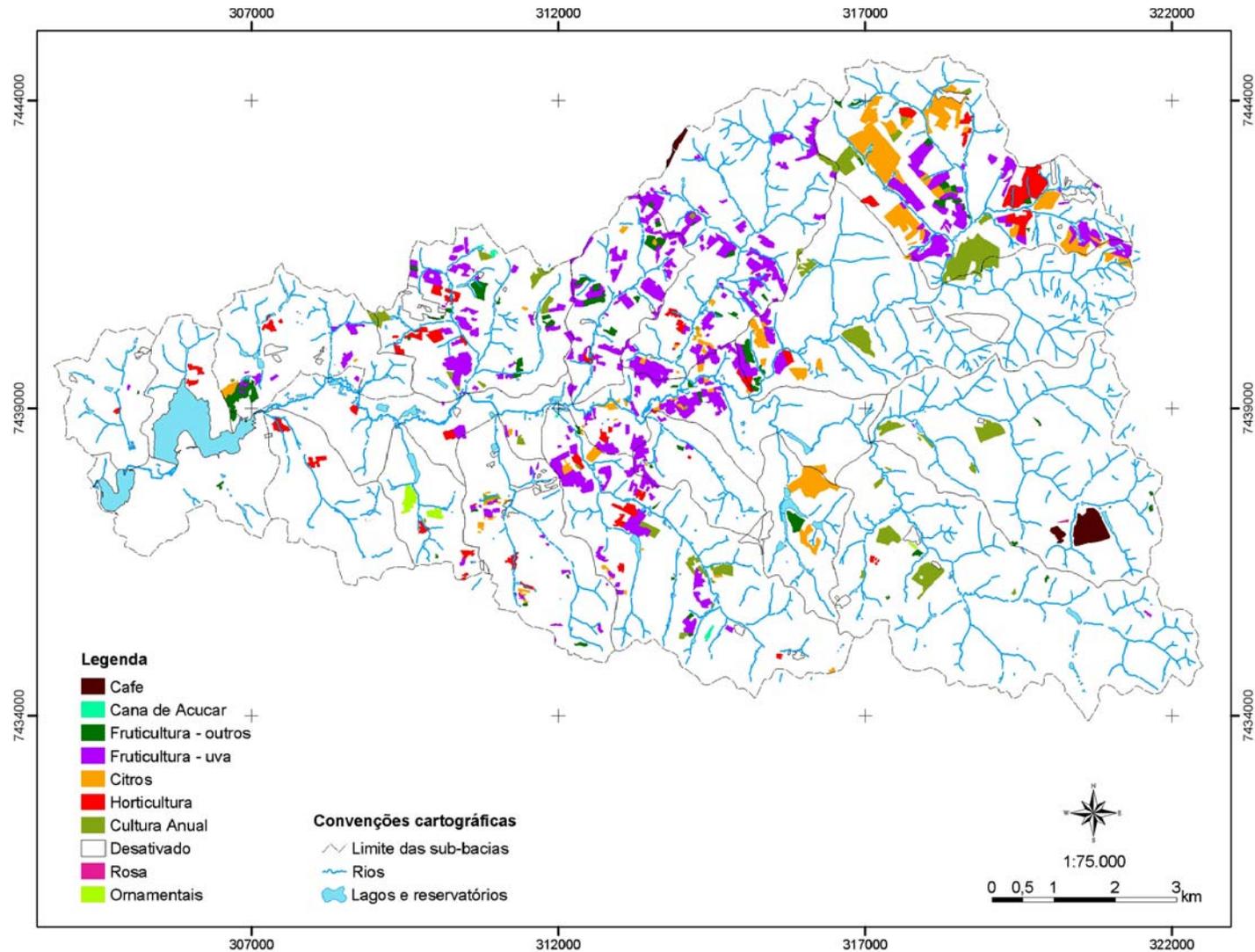


Figura 36: Mapa de uso agrícola do solo na sub-bacia do córrego do Pitangal em 2002. O círculo H indica área com horticultura enquanto o círculo M não apresenta nenhum tipo de cultura.

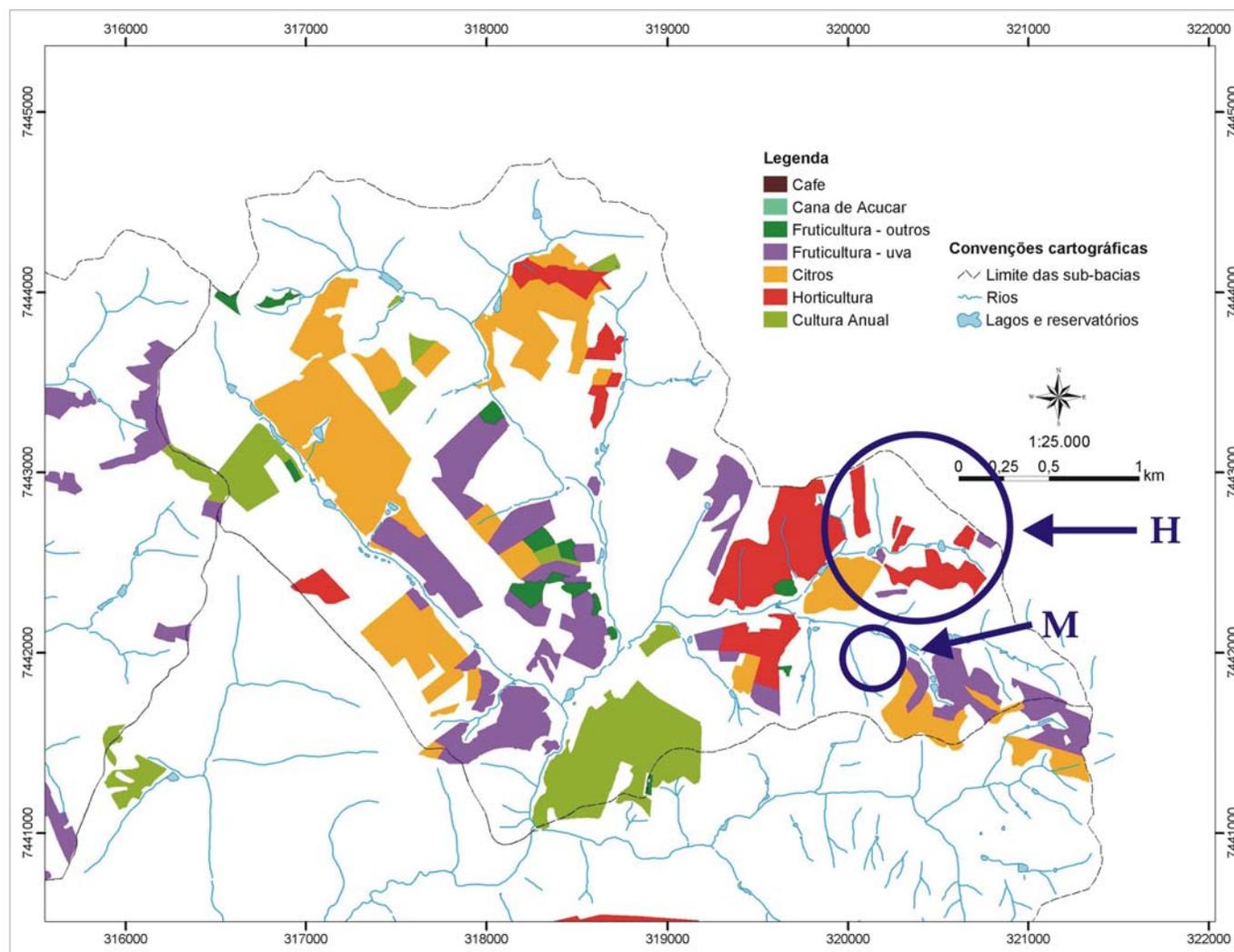


Figura 37: Mapa de uso agrícola do solo na sub-bacia do córrego do Pitangal atualizado em dezembro de 2003 com os dados da pesquisa de campo da etapa I, quando foi anotada a desativação da horticultura em H e o início do cultivo de morango em M.

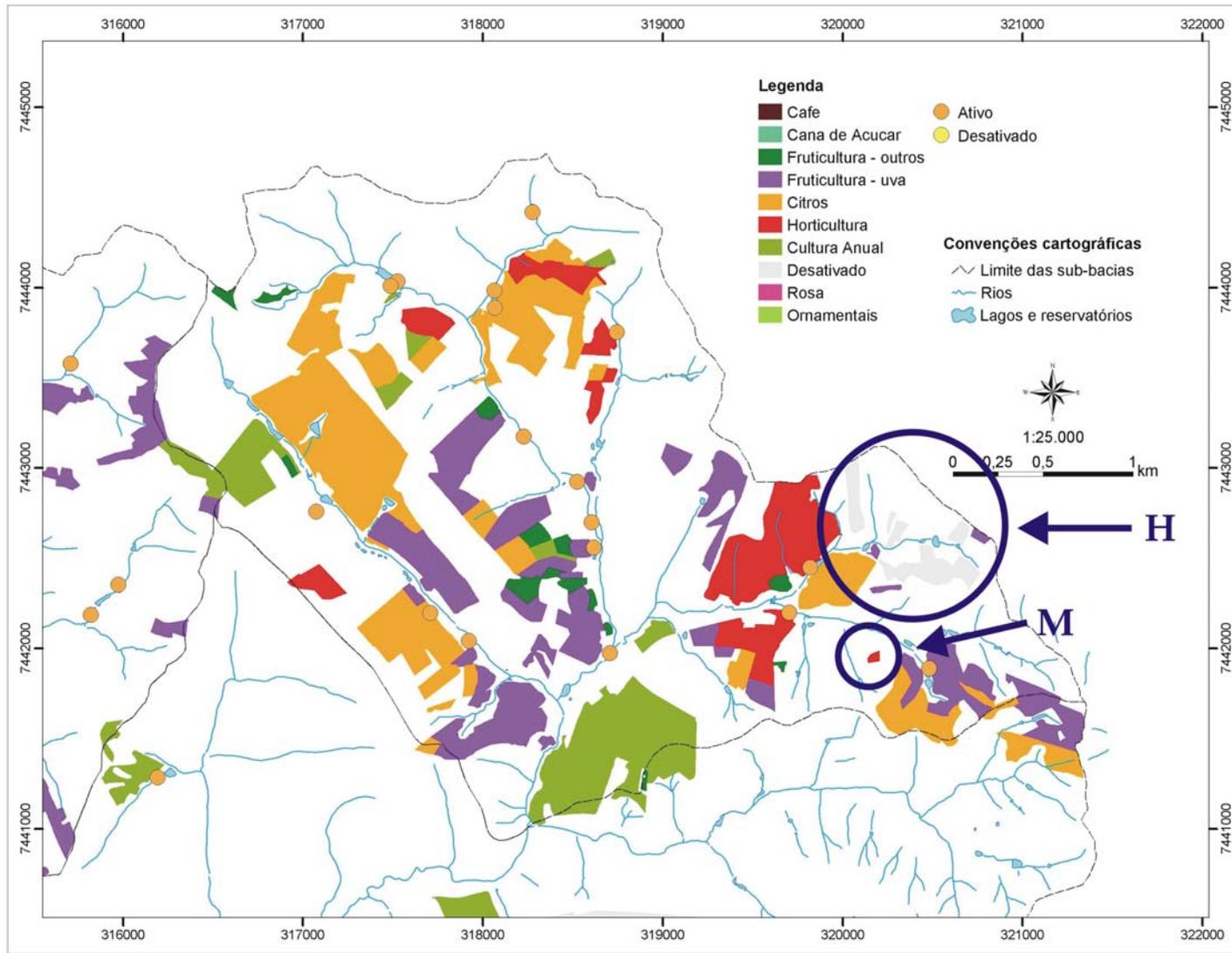


Figura 38: Mapa de uso agrícola do solo na sub-bacia do córrego do Pitangal atualizado em junho de 2004 com os dados da pesquisa de campo da etapa III, quando foi anotada a desativação do cultivo de morango em M e mantida a desativação da horticultura em H.

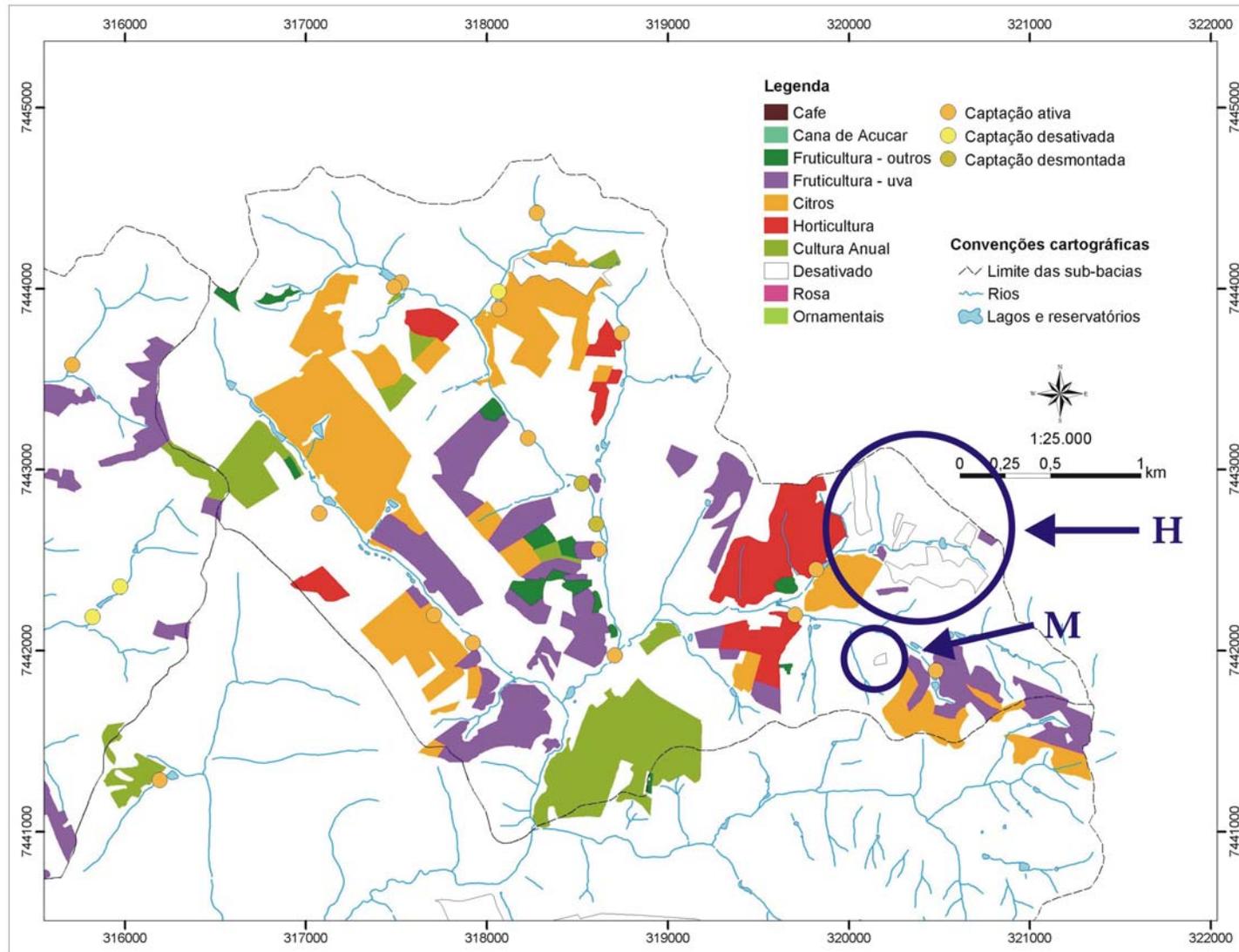
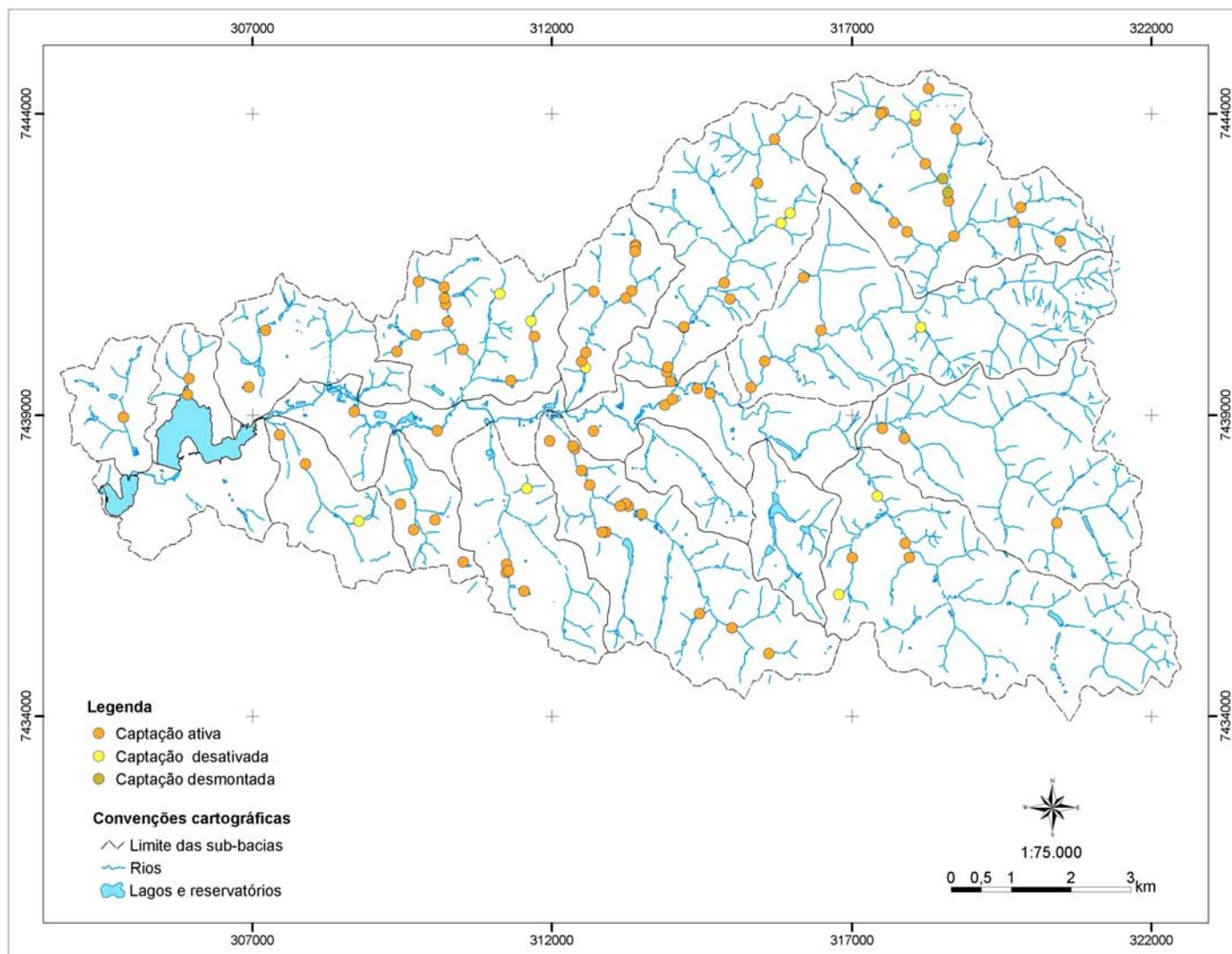


Figura 39: Mapa da bacia do rio Jundiá-Mirim com os pontos de captação de água para irrigação incluídos no banco de dados em SIG, após a etapa III, quando foram anotados a desativação e o desligamento de equipamentos.



ANEXO 3: TABELAS

Tabela 1: Tempo de pesquisa e distância percorrida em cada etapa.

<u>Etapa</u>	<u>Período</u>	<u>Tempo de pesquisa</u>	<u>Distância percorrida na bacia</u>
I	1º	22h35min	252,1 km
	2º	15h	175 km
	3º	4h55min	* junto com a etapa II
II	Único	6h45min	228,7 km
III	Único	17h20min	243,7 km
	Total	66h35min	899,5 km

Tabela 2: Distribuição das etapas, períodos e atividades da pesquisa de campo.

<u>Etapa</u>	<u>Data</u>	<u>Atividade</u>
I	1º período: 4/11/2002 a 9/1/2003	Entrevistas nº 1 a 50, com georeferenciamento de 51 pontos de captação de água (P1 a P50).
	2º período: 1/3/2003 a 7/7/2003	Entrevistas nº 51 a 88, com georeferenciamento de 37 pontos de captação de água (P51 a P88).
	3º período: 18/11/2003 a 22/12/2003	Entrevistas nº 89 a 99, com georeferenciamento de 13 pontos de captação de água (P89 a P99).
II	10/11/2003 a 29/12/2003	28 entrevistas (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P10, P11, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P50, P57, P68, P72, P74, P78, P86, P88, P89, P91, P92, P94, P95, P97).
III	17/6/2004 a 28/6/2004	Verificação do funcionamento/desativação dos sistemas de irrigação.
Total		127 entrevistas (99 entrevistas na etapa I e 28 entrevistas na etapa II)

Tabela 3: Número de bombas de captação e pontos georeferenciados nas sub-bacias hidrográficas do Rio Jundiá-Mirim.

Sub-bacia	Nº bombas	Pontos georeferenciados
Calha rio Jundiá-Mirim	7	P6, P7, P51, P63, P64, P92, P98
Córrego Albino	0	-
Córrego Ananás	4	P86, P87, P88, P89
Córrego Caxambu	12	P8, P9, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P21
Córrego Caxambuzinho	0	-
Córrego da Roseira	11	P53, P54, P55, P56, P57, P58, (P59=P55), P60, P61, P62, P65, P95
Córrego do Areião	5	P28, P29-1, P29-2, P30, P50
Córrego do Perdão	5	P42, P72, P73, P75, P76
Córrego Pinheirinho	2	P4, P5
Córrego Pitangal	17	P26, P27, P46, P47, P48, P49, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P96, P97
Córrego Ponte Alta	14	P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P52, P90, P91
Córrego Tarumã	3	P10, P20, P25
Horto	1	P1
Marco Leite	0	-
Represa Nova	2	P2, P3
Ribeirão da Toca	9	P22, P23, P24, P66, P67, P68, P69, P70, P71
Ribeirão do Tanque	5	P74, P93-1, P93-2, P94, P99
Ribeirão dos Soares	3	P43, P44, P45
Total	100	100 pontos de captação de água para irrigação

Tabela 4: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos cadastrados na etapa I – 1º período.

Data	Ponto	Distância (sub-bacia)	Tempo
4/11/2002	P1	10 km (Horto)	40 min.
7/11/2002	P2, P3, P4	14,1 km (Represa, Pinheirinho)	65 min.
15/11/2002	P5	7,1 km (Pinheirinho)	120 min.
16/11/2002	P6, P7	12,2 km (Calha)	30 min.
21/11/2002	P8, P9	25 km (Caxambu)	65 min.
27/11/2002	P10	5 km (Tarumã)	40 min.
2/12/2002	P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20	19,8 km (Caxambu, Tarumã)	305 min
3/12/2002	P21	12 km (Caxambu)	30 min.
19/12/2002	P22, P23, P24, P25	19,4 km (Toca, Tarumã)	110 min.
26/12/2002	P26, P27, P28, P29 (P29-1 e P29-2), P30	33,4 km (Pitangal, Areião)	120 min.
2/1/2003	P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41	24,2 km (Ponte Alta)	235 min.
3/1/2003	P42, P43, P44, P45	28 km (Perdão, Soares)	85 min.
7/1/2003	P46, P47, P48, P49	39,9 km (Pitangal)	90 min.
9/1/2003	P50	2 km (Areião)	20 min.
Total	51 pontos de captação em 50 UPAs	252,1 km	1355 min. (22h35min.)

Tabela 5: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos cadastrados na etapa I – 2º período.

Data	Ponto	Distância (sub-bacia)	Tempo
1/3/2003	P51	4,8 km (Calha)	55 min.
5/3/2003	P52	17,4 km (Ponte Alta)	15 min.
14/3/2003	P53, P54, P55, P56	18,3 km (Roseira)	125 min.
17/4/2003	P57, P58, P59 (=P55), P60, P61, P62	32,4 km (Roseira)	130 min.
22/4/2003	P63, P64, P65	13,2 km (Roseira, Calha)	75 min.
3/5/2003	P66, P67, P68, P69, P70, P71	11,4 km (Toca)	105 min.
2/7/2003	P72, P73	6,3 km (Perdão)	70 min.
4/7/2003	P74, P75, P76	22,5 km (Tanque, Perdão)	100 min.
5/7/2003	P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P86	39,2 km (Pitangal, Ananás)	190 min.
7/7/2003	P87, P88	9,5 km (Ananás)	35 min.
Total	37 pontos de captação em 38 UPAs	175 km	900 min. (15h)

Tabela 6: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos cadastrados na etapa I – 3º período.

Data	Ponto	Distância* (sub-bacia)	Tempo
18/11/2003	P89	(Ananás)	25 min.
25/11/2003	P90, P91	(Ponte Alta)	35 min.
11/12/2003	P92	(Calha)	25 min.
16/12/2003	P93 (P93-1 e P93-2), P94	(Tanque)	110 min.
18/12/2003	P95, P96, P97	(Roseira, Pitangal)	70 min.
22/12/2003	P98, P99	(Calha, Tanque)	30 min.
Total	12 pontos de captação em 11 UPAs	*Distância incluída etapa II	295 min. (4h55min.)

Tabela 7: Quantidade e tipo de irrigação na bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim.

Tipo de Irrigação	Nº de sistemas	UPA / ponto de captação
Aspersão Convencional	84	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P30, P31, P32, P33, 034, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P55, P58, P60, P61, P62, P63, P64, P65, P66, P67, P68, P70, P71, P72, P75, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83(*), P84, P85, P88, P89(*), P90, P91, P92, P93-2(*), P94, P95, P96, P97, P98, P99
Aspersão / canhão	2	P44, P74
Aspersão / mangueira	6	P20, P28, P29-1, P29-2, P54, P87
Microaspersão	3	P57, P73(*), P86
Gotejamento	10	P21, P56, P59, P69, P73(*), P76, P83(*), P89(*), P93-1, P93-2(*)
Total	105	97 equipamentos de captação abastecem um único sistema de irrigação e 4(*) equipamentos de captação abastecem dois sistemas de irrigação em uma mesma UPA

Tabela 8: Culturas irrigadas e pontos de captação de água.

Cultura irrigada	Nº UPAs com a(s) cultura (s) irrigada(s)	UPA / ponto de captação
Aromáticos e flores	1	P73
Capim	2	P17, P38
Cultura anual	3	P77, P81, P99
Horticultura	60	P2, P3, P6, P9, P10, P13, P14, P15, P20, P22, P23, P25, P26, P27, P28, P29-1, P29-2, P30, P31, P33, P36, P37, P40, P41, P42, P46, P47, P48, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P58, P59, P60, P61, P62, P64, P65, P66, P67, P68, P70, P71, P76, P82, P84, P85, P88, P90, P91, P92, P93-1, P93-2, P94, P95, P96, P97, P98
Horticultura e cultura anual	1	P89
Horticultura e morango	6	P1, P4, P8, P18, P39, P80
Horticultura e pêsego	5	P5, P7, P12, P16, P24,
Horticultura e uva	3	P34, P45, P63
Horticultura-mudas	1	P57
Maracujá	1	P35
Milho	1	P74
Milho e feijão	1	P44
Morango	2	P72, P83
Morango-mudas	1	P21
Ornamentais	3	P75, P86, P87
Pêssego	6	P11, P19, P32, P69, P78, P79
Ponkan	1	P49
Rosa	1	P43
Total	99 UPAs	101 pontos de captação de água

Tabela 9: Lixo encontrado próximo do ponto de captação de água para irrigação.

Tipo de lixo	Material encontrado	UPA/ponto de captação
Residencial	Caixa de leite longa vida, plásticos diversos, papelão, balde, sacola, garrafa, lata, embalagem de refrigerante, lâmpada.	P3, P6, P9, P13, P26, P33, P42, P53, P54, P55, P58, P63, P65, P77, P82, P83, P88
Construção civil	Telhas, tijolos, fios queimados.	P57
Outros	Bombona de óleo de motor, bateria, escapamento de automóvel, cano de ferro.	P27, P46, P51, P52, P78, P84

Tabela 10: Destinação do esgoto produzido nas UPAs da bacia do rio Jundiá-Mirim.

Destinação do esgoto	Nº de observações	UPA/ponto de captação
Fossa negra	22	P3, P6, P13, P19, P20, P25, P34, P39, P42, P46, P53, P54, P74, P78, P82, P83, P90, P95, P96, P97, P98, P99
Fossa séptica	53	P1, P4, P5, P8, P9, P10, P11, P14, P15, P16, P17, P18, P21, P22, P24, P28, P37, P38, P40, P41, P43, P44, P45, P47, P49, P50, P51, P55, P56, P57, P59, P60, P61, P62, P63, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P72, P73, P75, P76, P77, P81, P84, P86, P87, P89, P93, P94
Céu aberto	1	P26
Direto no córrego	4	P48, P64, P85, P92
Rede pública	11	P29, P30, P31, P32, P33, P35, P36, P52, P65, P88, P91
Outros	1	P12
Não observado	5	P7, P27, P58, P79, P80
Fossa séptica/céu aberto	1	P23
Fossa séptica / negra	1	P2

Tabela 11: Aparência da água nos mananciais de captação de água para irrigação na bacia do rio Jundiá-Mirim.

Aparência da água	Nº de observações	UPA/ponto de captação
Clara	64	P1, P2, P4, P5, P8, P9, P10, P13, P14, P17, P20, P23, P24, P26, P27, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P42, P43, P44, P45, P47, P48, P49, P51, P52, P53, P54, P57, P58, P60, P62, P66, P67, P68, P69, P72, P75, P76, P78, P82, P83, P86, P87, P88, P89, P90, P91, P92, P93-1, P93-2, P94, P95, P96, P97
Com brilho colorido-óleo	2	P22, P41
Lamascenta	34	P3, P6, P7, P11, P12, P15, P16, P18, P19, P21, P25, P28, P29-1, P29-2, P46, P50, P55 (=P59), P56, P61, P63, P64, P65, P70, P71, P73, P74, P77, P79, P80, P81, P84, P85, P98, P99

Tabela 12: Cobertura vegetal das margens dos pontos de captação de água.

Cobertura vegetal	Nº de observações	UPA/ponto de captação
Acima de 70%	76	P1, P2, P4, P5, P6, P7, P9, P10, P11, P13, P14, P18, P19, P20, P21, P24, P25, P28, P29-1, P29-2, P30, P31, P32, P33, P34, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P48, P49, P50, P51, P53, P54, P55 (=P59), P56, P58, P60, P61, P62, P63, P64, P66, P67, P70, P71, P73, P75, P76, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P87, P89, P90, P92, P93-1, P93-2, P94, P97, P98, P99
30 a 70%	21	P3, P8, P12, P15, P16, P17, P22, P23, P26, P27, P35, P52, P65, P68, P69, P72, P74, P86, P88, P95, P96
Menos de 30%	3	P47, P57, P91

Tabela 13: Loteamentos próximos aos pontos de captação de água.

Loteamentos	Nº de observações	UPA/ponto de captação
Existente	24	P5, P6, P7, P8, P11, P12, P21, P25, P28, P29-1, P29-2, P30, P35, P41, P43, P51, P55 (=P59), P56, P72, P73, P76, P91, P92, P98
Inexistente	76	P1, P2, P3, P4, P9, P10, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P22, P23, P24, P26, P27, P31, P32, P33, P34, P36, P37, P38, P39, P40, P42, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P52, P53, P54, P57, P58, P60, P61, P62, P63, P64, P65, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P74, P75, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P86, P87, P88, P89, P90, P93-1, P93-2, P94, P95, P96, P97, P99

Tabela 14: Presença de barreiras no rio.

Barreiras	Nº de observações	UPA/ponto de captação
Dique/represa	58	P1, P3, P5, P8, P9, P11, P12, P13, P15, P16, P18, P21, P22, P23, P25, P28, P29-1, P29-2, P30, P33, P34, P36, P37, P43, P44, P45, P46, P48, P49, P50, P51, P53, P56, P60, P62, P65, P66, P67, P68, P69, P71, P72, P73, P74, P75, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P88, P90, P93-2, P95, P96
Desvio/lago	11	P2, P19, P20, P24, P26, P27, P38, P58, P61, P70, P97
Nenhum obstáculo	26	P7, P10, P14, P31, P32, P35, P39, P40, P41, P42, P47, P54, P55 (=P59), P57, P63, P64, P76, P86, P87, P89, P91, P92, P93-1, P94, P98, P99
Outro tipo de obstáculo	5	P4, P6, P17, P52, P77

Tabela 15: Estrada de acesso aos pontos de captação de água para irrigação.

Estrada	Nº de observações	UPA/ponto de captação
Terra	89	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P25, P26, P27, P28, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P53, P54, P56, P57, P60, P61, P62, P63, P64, P66, P67, P68, P69, P71, P72, P73, P74, P75, P76, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P86, P87, P88, P89, P90, P92, P93-1, P93-2, P94, P95, P96, P97, P98, P99
Asfalto	11	P24, P29-1, P29-2, P30, P51, P52, P55 (=P59), P58, P65, P70, P91

Tabela 16: Produtor preocupado com a cobrança pelo uso da água.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Sim	65	P1, P2, P3, P4, P8, P10, P11, P12, P15, P18, P19, P21, P22, P23, P24, P25, P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P37, P39, P40, P42, P43, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P57, P59, P60, P61, P62, P63, P64, P65, P66, P68, P69, P70, P73, P77, P78, P84, P85, P87, P88, P89, P90, P92, P94, P95, P96, P97, P98, P99
Não	6	P46, P72, P76, P81, P86, P91
Desconhece o assunto	17	P5, P6, P9, P14, P16, P17, P20, P26, P35, P36, P41, P44, P45, P67, P71, P74, P75
Não sabe / não respondeu	9	P7, P13, P38, P58, P79, P80, P82, P83, P93

Tabela 17: Interesse em responder a um questionário para avaliar a qualidade na irrigação.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Sim	36	P1, P3, P4, P5, P9, P10, P11, P15, P16, P18, P21, P22, P23, P24, P28, P31, P34, P41, P43, P44, P50, P52, P53, P54, P56, P58, P73, P76, P78, P81, P86, P87, P88, P89, P91, P92,
Não	0	
Outro	63	P2, P6, P7, P8, P12, P13, P14, P17, P19, P20, P25, P26, P27, P29, P30, P32, P33, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P42, P45, P46, P47, P48, P49, P51, P55, P55, P57, P59, P60, P61, P62, P63, P64, P65, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P72, P74, P75, P77, P79, P80, P82, P83, P84, P85, P90, P93, P94, P95, P96, P97, P98, P99

Tabela 18: Motivo da resposta “outro” para a pergunta sobre o interesse em responder a um segundo questionário para avaliar a qualidade na irrigação.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Não respondeu	2	P2, P8
Proprietário ausente	34	P6, P7, P12, P13, P14, P17, P20, P26, P27, P29, P33, P35, P36, P38, P39, P40, P45, P47, P58, P60, P61, P62, P64, P66, P67, P71, P74, P75, P77, P79, P80, P82, P83, P84
Pretende parar	11	P19, P25, P32, P37, P42, P46, P48, P55, P65, P72, P85
Inventário	3	P30, P68, P69
Última irrigação - 1999	1	P49
Última irrigação - set/2002	1	P51
Telefonar antes	1	P56
Irriga fora da época da uva	1	P63, P70,
Etapa III iniciada	8	P90, P93, P94, P95, P96, P97, P98, P99

Tabela 19: Tempo de entrevista em cada UPA, durante a etapa I.

Tempo de entrevista (minutos)	Nº de UPAs	UPA/ponto de captação
Cinco	2	P35, P38
Dez	6	P39, P40, P45, P59, P79, P84
Quinze	22	P6, P7, P17, P27, P36, P43, P47, P52, P61, P62, P68, P69, P70, P71, P77, P80, P82, P83, P88, P91, P98, P99
Vinte	22	P3, P4, P18, P19, P22, P26, P29, P33, P44, P48, P50, P58, P65, P67, P75, P81, P85, P86, P87, P90, P95, P97
Vinte e cinco	16	P2, P13, P15, P20, P23, P30, P34, P46, P53, P55, P56, P64, P66, P72, P89, P92
Trinta	11	P9, P11, P14, P21, P25, P31, P49, P57, P63, P76, P96
Trinta e cinco	5	P8, P16, P24, P32, P37
Quarenta	5	P1, P10, P28, P42, P60
Quarenta e cinco	2	P41, P73
Cinqüenta	5	P54, P74, P78, P93, P94
Cinqüenta e cinco	1	P51
Oitenta	1	P12
Cento e vinte	1	P5

Tabela 20: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos cadastrados na etapa II.

Data	Ponto	Distância (sub-bacia)	Tempo
10/11/2003	P1, P2, P3	9,6 km (Horto, Pinheirinho)	60 min
11/11/2003	P4, P5	9,7 km (Pinheirinho)	40 min
18/11/2003	P88, P89	4 km (Ananás)	35 min
20/11/2003	P11	12,2 km (Caxambu)	15 min
21/11/2003	P10, P19, P50, P86	21,1 km (Tarumã, Ananás, Caxambu, Areião)	65 min
25/11/2003	P41, P91	10,7 km (Ponte Alta)	30 min
3/12/2003	P43, P45	18,8 km (Soares)	25 min
11/12/2003	P92	14,2 km (Calha)	45 min
15/12/2003	P6	9 km (Calha)	5 min
16/12/2003	P94	16,5 km (Tanque)	10 min
18/12/2003	P95, P97, P68, P23	51,6 km (Roseira, Pitangal, Toca)	25 min
27/12/2003	P42	8 km (Perdão)	20 min
29/12/2003	P78, P72, P74, P57	43,3 km (Pitangal, Perdão, Tanque, Roseira)	30 min
Total	28 UPAs	228,7 km	405 min 6h45min.

Tabela 21: Avaliação do IQI pela soma dos pontos obtidos.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Qualidade ruim	0	-
Qualidade regular	15	P1, P2, P4, P5, P6, P11, P19, P23, P43, P45, P72, P78, P91, P92, P97
Boa qualidade	13	P3, P10, P41, P42, P50, P57, P68, P74, P86, P88, P89, P94, P95

Tabela 22: Soma dos pontos obtidos pelas UPAs irrigadas na avaliação do IQI

IQI	Nº	UPA/ponto de captação
25 (qualidade regular)	2	P1, P5
26 (qualidade regular)	1	P92
27 (qualidade regular)	1	P91
28 (qualidade regular)	5	P2, P4, P6, P23, P97
29 (qualidade regular)	5	P11, P15, P45, P72, P78
30 (qualidade regular)	1	P19
31 (boa qualidade)	2	P10, P68
32 (boa qualidade)	2	P3, P50
33 (boa qualidade)	5	P41, P57, P74, P86, P94
34 (boa qualidade)	2	P42, P88
38 (boa qualidade)	2	P89, P95

Tabela 23: Coleta e análise da qualidade de água.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Não faz	18	P1, P2, P4, P5, P6, P19, P23, P41, P43, P45, P57, P68, P72, P78, P91, P92, P94, P97
Desconhece o assunto	1	P11
Controle eventual	5	P10, P42, P50, P86, P89
Controle periódico	4	P3, P74, P88, P95

Tabela 24: Consideração sobre a qualidade da água de irrigação.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Boa	19	P1, P3, P4, P5, P10, P11, P19, P41, P42, P45, P57, P68, P72, P86, P88, P89, P91, P95, P97
Regular	8	P2, P6, P43, P50, P74, P78, P92, P94
Ruim	1	P23

Tabela 25: Controle da umidade do solo.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Não faz	21	P1, P2, P4, P5, P6, P10, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P68, P72, P78, P86, P88, P91, P92, P94, P97
Desconhece o assunto	2	P3, P11
Controle eventual	2	P50, P74
Controle periódico	3	P57, P89, P95

Tabela 26: Controle da erosão.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Conhece mas não faz	2	P3, P97,
Desconhece o assunto	0	-
Faz	26	P1, P2, P4, P5, P6, P10, P11, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P50, P57, P68, P72, P74, P78, P86, P88, P89, P91, P92, P94, P95

Tabela 27: Conhecimento do ciclo da planta.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Conhece mas não aplica	0	-
Desconhece o assunto	2	P5, P91
Conhece e aplica	26	P1, P2, P3, P4, P6, P10, P11, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P50, P57, P68, P72, P74, P78, P86, P88, P89, P92, P94, P95, P97

Tabela 28: Consideração sobre a produtividade.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Pequena/baixa	6	P11, P45, P50, P72, P91, P92
Média/regular	19	P1, P2, P3, P4, P6, P10, P19, P23, P41, P42, P43, P57, P68, P74, P78, P86, P94, P95, P97
Grande/alta	3	P68, P88, P89

Tabela 29: Projeto de irrigação.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Não	20	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P11, P19, P23, P43, P45, P50, P68, P72, P78, P86, P88, P91, P92, P97
Desconhece o assunto	0	-
Sim	8	P10, P41, P42, P57, P74, P89, P94, P95

Tabela 30: Dimensionamento da bomba.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Não tem	3	P1, P68, P92
Desconhece o assunto	1	P5
Dimensionado	24	P2, P3, P4, P6, P10, P11, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P50, P57, P72, P74, P78, P86, P88, P89, P91, P94, P95, P97

Tabela 31: Horário de irrigação.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Qualquer horário	2	P5, P57
Metade do dia	1	P72
Início da manhã / final da tarde	25	P1, P2, P3, P4, P6, P10, P11, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P50, P68, P74, P78, P86, P88, P89, P91, P92, P94, P95, P97

Tabela 32: Tempo de irrigação.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Sempre insuficiente	0	-
Eventualmente suficiente	7	P1, P2, P4, P5, P6, P74, P88
Sempre suficiente	21	P3, P10, P11, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P50, P57, P68, P72, P78, P86, P89, P91, P92, P94, P95, P97

Tabela 33: Vazamentos no sistema de irrigação.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Muito	0	-
Regular	2	P6, 74
Pouco	26	P1, P2, P3, P4, P5, P10, P11, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P50, P57, P68, P72, P78, P86, P88, P89, P91, P92, P94, P95, P97

Tabela 34: Dimensionamento do espaçamento entre os aspersores.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Conhece o assunto mas não dimensionado	1	P1
Desconhece o assunto	1	P4
Dimensionado	26	P2, P3, P5, P6, P10, P11, P19, P23, P41, P42, P43, P45, P50, P57, P68, P72, P74, P78, P86, P88, P89, P91, P92, P94, P95, P97

Tabela 35: Assistência técnica e manutenção preventiva.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Inexistente	14	P1, P2, P4, P5, P10, P11, P19, P23, P43, P45, P78, P91, P92, P97
Eventual	5	P6, P41, P57, P72, P74
Periódica	9	P3, P42, P50, P68, P86, P88, P89, P94, P95

Tabela 36: Opinião do produtor sobre a qualidade da irrigação na UPA.

Resposta	Nº	UPA/ponto de captação
Boa qualidade	14	P1, P3, P6, P10, P19, P23, P42, P43, P57, P68, P86, P89, P92, P94
Qualidade regular	13	P2, P4, P5, P11, P41, P45, P50, P72, P74, P78, P88, P95, P97
Qualidade ruim	1	P91

Tabela 37: Tempo de entrevista em cada UPA, durante a etapa II.

Tempo de entrevista (minutos)	Nº de UPAs	UPA/ponto de captação
Cinco	7	P6, P68, P72, P78, P89, P95, P97
Dez	7	P10, P23, P45, P57, P74, P86, P94
Quinze	5	P11, P41, P43, P50, P91
Vinte	6	P1, P2, P3, P4, P5, P42
Trinta	2	P19, P88
Quarenta e cinco	1	P92

Tabela 38: Datas das pesquisas de campo, distâncias percorridas, tempo de pesquisa e pontos de captação verificados na etapa III.

Data	UPAs / ponto de captação	Distância (sub-bacia)	Tempo
17/6/2004	P41, P42, P43, P44, P45, P72, P73, P75, P76, P94, P99	41,5 km (Perdão, Ponte Alta, Soares, Tanque)	2h30min
22/6/2004	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21	40,2 km (Horto, Represa, Pinheirinho, Calha, Caxambu)	3h20min
23/6/2004	P22, P23, P24, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P52, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P90, P91	34,1 km (Ponte Alta, Toca)	4h
24/6/2004	P25, P28, P29, P30, P50, P86, P87, P88, P89	18 km (Tarumã, Areião, Ananás)	1h
26/6/2004	P26, P27, P46, P47, P48, P49, P51, P63, P64, P74, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P92, P96, P97, P98	51,8 km (Calha, Tanque, Pitangal)	3h30min
28/6/2004	P53, P54, P55, P56, P57, P58, P59, P60, P61, P62, P65, P95	58,1 km (Roseira, Pitangal)	3h
Total	99 UPAs	243,7 km	17h20min

Tabela 39: Comparação da porcentagem da área ocupada pelos diversos usos agrícolas na bacia do rio Jundiá-Mirim em 2002, com as atualizações em 2003 e 2004 a partir do SIG.

Tipo de Cultura	Área/2002 (ha)	%	Área/2003 (ha)	%	Área/2004 (ha)	%
Café	33,69	2,74	33,69	2,69	33,69	2,69
Cana de Açúcar	3,62	0,30	3,26	0,26	3,26	0,26
Citros	237,98	19,39	213,15	17,04	213,15	17,04
Cultura Anual	151,47	12,34	168,53	13,47	167,55	13,39
Desativado	0	0	81,79	6,54	127,62	10,20
Fruticultura – outros	81,92	6,67	83,01	6,64	83,65	6,69
Fruticultura – uva	515,24	41,98	491,30	39,27	486,91	38,92
Horticultura	203,42	16,57	164,30	13,13	123,20	9,85
Ornamentais	0	0	11,39	0,91	11,39	0,91
Rosa	0	0	0,56	0,04	0,56	0,04
Total	1.227,33	100	1.250,97	100	1.250,97	100