

Universidade de Évora

**Simulação e Análise Económica de
Tecnologias de Rega na Produção de
Tomate para Indústria no Ribatejo**

**Dissertação apresentada como
requisito parcial para a obtenção do
grau de mestre em Economia Agrícola**

**Por:
Manuel Joaquim Aldeia Nita**

**Sob orientação de:
Prof. Doutor Francisco Lúcio Santos**

**Évora
1998**

Universidade de Évora

Simulação e Análise Económica de Tecnologias de Rega na Produção de Tomate para Indústria no Ribatejo



104 303

Dissertação apresentada como
requisito parcial para a obtenção do
grau de mestre em Economia Agrícola

Por:
Manuel Joaquim Aldeia Nita

Sob orientação de:
Prof. Doutor Francisco Lúcio Santos

Évora
1998

**Este trabalho não inclui as
observações e críticas feitas
pelo júri**

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Francisco Lúcio Santos pela paciência, temperança e sapiência demonstradas ao longo da realização da tese.

Ao Professor Doutor Amílcar Serrão, pela disponibilização do seu gabinete de trabalho, pela energia fornecida, pelos conselhos prestados na execução da tese, quer de teoria económica quer informáticos.

Ao Professor Doutor Paul Preckle, da Universidade de Purdue, pela sua enorme experiência na concretização de grandes modelos de economia agrícola.

Ao Franz, do GAMS Institute na Alemanha, sem o qual esta tese seria uma ficção.

Ao Mestre João Oliveira, pela disponibilização do seu modelo económico.

Ao Eng. Henrique Chia, do Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora, por ter facultado os dados meteorológicos de Coruche.

A todos os que me ajudaram a levar avante este projecto: Muito Obrigado.

Índice

Índice de Figuras	VII
Índice de Quadros	IX
Resumo	XII
1. Introdução	1
2. Metodologia	4
2.1 – A Cultura do Tomate	5
2.1.1 – Características Gerais	5
2.1.2 – Valor Alimentar	5
2.1.3 – Factores Edáfo-climáticos	6
2.1.3.1 – Clima	6
2.1.3.2 – Temperatura	6
2.1.3.3 – Luminosidade	8
2.1.3.4 – Precipitação	8
2.1.3.5 – Vento	9
2.1.4 – Ciclo Cultural das Variedades de Tomate Escolhidas	9
2.2 - Caracterização Climática de Coruche	10
2.3 – Determinação das Exigências em Água da Cultura do Tomate	13
2.4 – Cálculo da Quantidade de Água Utilizada em Cada Rega. Cálculo do Número de Regas	16
2.4.1 – Considerações Gerais	16
2.4.2 – Solo Tipo Arneiro	17
2.4.3 – Solo Tipo Várzea	18
2.4.4 – Número de Regas	18
2.5 – Determinação da Dotação de Água a Aplicar	19
2.5.1 – Rega por Sulcos Longos	19
2.5.1.1 – Características Gerais	19
2.5.1.2 – Parâmetros Qualitativos da Rega por Sulcos Longos	21
2.5.1.2.1 – Coeficiente de Uniformidade (C.U.)	22
2.5.1.2.2 – Percentagem de Área Adequadamente Regada (A.A.R.)	23
2.5.1.3 – Simulação de Regas por Sulcos Longos	24
2.5.1.3.1 – Solo Tipo Arneiro	24
2.5.1.3.2 – Solo Tipo Várzea	28
2.5.1.4 – Gráfico Caudal <i>Versus</i> Tempo	29
2.5.2 – Rega por Tecnologia Tradicional	32

4.2 - Modelo com Risco – MOTAD	97
5. Conclusões	102
5.1 – Conclusões Gerais	103
5.2 – Limitações do Modelo	105
6. Bibliografia	106
Anexos	111
Anexo 1 - Dados Meteorológicos de Coruche.....	112
Anexo 2 – Cálculo da Evapotranspiração Máxima.....	114
Anexo 3 – Dados dos Gráficos Caudal vs Tempo	126
Anexo 4 – Água Infiltrada Disponível para Produzir.....	129
Anexo 5 – Dotação de Água Aplicada.....	131

Índice de Figuras

	Pág.
Fig. 2.1 - Valores da temperatura média obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994	11
Fig. 2.2 - Valores da humidade relativa obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994	12
Fig. 2.3 - Valores da velocidade do vento obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994	12
Fig. 2.4 - Valores da insolação obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994	13
Fig. 2.5 - Valores diários para a evapotranspiração de referência obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994	14
Fig. 2.6 – Princípio da rega por escoamento	20
Fig. 2.7 – Fases da rega por escoamento	21
Fig. 2.8 - Esquema de um perfil de infiltração mostrando a relação entre Z_{min} e Z_{med}	22
Fig. 2.9 - Esquema de um perfil de infiltração mostrando a relação entre d , L e X_u	23
Fig. 2.10 - Curvas do coeficiente de uniformidade e área adequadamente obtidas para o solo tipo várzea	29
Fig. 2.11 - Curvas de coeficiente de uniformidade obtidas para o solo tipo arneiro ..	31
Fig. 2.12 - Conjunto dos planos possíveis e dos planos eficientes (linha a azul) no espaço E-V	38
Fig. 4.1 - Margens brutas obtidas, para cada ano, pelos modelo proposto e Oliveira (1995)	80
Fig. 4.2 - Consumo de água em cada ano, no modelo proposto e Oliveira (1995) ...	81
Fig. 4.3 - Mão de obra requerida, em cada ano, no modelo proposto e Oliveira (1995)	81
Fig. 4.4 – Margens brutas obtidas, para cada ano, pelo modelo proposto e Oliveira (1995) em condições de restrição de solo e água	84
Fig. 4.5 - Gasto de mão de obra em horas, para cada ano, no modelo proposto e Oliveira (1995) em condições de restrição de solo e água	85

Fig. 4.6 - Área ocupada por classe de solo, para cada ano, no modelo proposto e Oliveira (1995) em condições de restrição de solo e água	86
Fig. 4.7 - Margem Bruta obtida, em cada ano, para os diferentes cenários propostos: restrição solo, restrição solo + água, restrição solo + mão de obra	89
Fig. 4.8 - Consumo de água, em cada classe de solo e ano, para os diferente cenários propostos: restrição solo, restrição solo + água, restrição solo + mão de obra	90
Fig. 4.9 - Margem Bruta da restrição conjunta solo+água+mão de obra comparativamente a outras restrições	93
Fig. 4.10 - Utilização de cada classe de solo, por ano, em vários cenários possíveis propostos pelo modelo sem risco	93
Fig. 4.11 - Água aplicada em cada classe de solo, por ano, em vários cenários possíveis propostos pelo modelo sem risco	94
Fig. 4.12 - Mão de obra requerida, por ano, em vários cenários possíveis proposto pelo modelo sem risco	94
Fig. 4.13 - Rendimento obtido para cada nível de risco medido como desvio padrão. Assinalado a vermelho encontram-se as diferente bases	101

Índice de Quadros

	Pág.
Quadro 2.1 - Ciclos culturais propostos para as variedades de tomate de ciclo curto, ciclo médio e ciclo longo	10
Quadro 2.2 - Duração dos diferentes estádios de desenvolvimento em cada variedade de tomate	10
Quadro 2.3 - Exigências hídricas das diferentes variedades de tomate em cada ano	15
Quadro 2.4 - Valor de d obtido recorrendo à equação 2.4, para o solo tipo arneiro	17
Quadro 2.5 - Valor de d obtido recorrendo à equação 2.4, para o solo tipo várzea	18
Quadro 2.6 - Lâmina de água necessária fornecer ao solo tipo várzea, preenchendo os requisitos de caudal e tempo, para que determinadas combinações C.U.-A.A.R. se obtenham	30
Quadro 2.7 - Lâmina de água necessária fornecer ao solo tipo arneiro, por rega	31
Quadro 2.8 - Proporção da ET_{max} a ser satisfeita para obtenção de determinadas combinações Coeficiente de Uniformidade-Área Adequadamente Regada	33
Quadro 2.9 - Lâmina média infiltrada para satisfazer uma $ET_{máx}$ de 35 mm em cada combinação Coeficiente de Uniformidade - Área adequadamente Regada	33
Quadro 2.10 - Dotação de rega a efectuar pelo <i>center pivot</i> para cada combinação Coeficiente de Uniformidade-Área Adequadamente Regada	34
Quadro 3.1 - Valores do coeficiente \underline{a} , na função de produção	58
Quadro 3.2 - Valores do coeficiente \underline{b} , na função de produção	58
Quadro 3.3 - Valores do coeficiente \underline{c} , na função de produção	59
Quadro 3.4 - Parâmetros produtivos das variedades de tomate	59
Quadro 3.5 - Valores do coeficiente \underline{a} , na função brix	60
Quadro 3.6 - Valores do coeficiente \underline{b} , na função brix	60
Quadro 3.7 - Valores do coeficiente \underline{c} , na função brix	61

Quadro 3.8 - Acréscimos nos preços dos escalões dos °brix para cada ano, em milhares de escudos por tonelada	61
Quadro 3.9 - Custos com a água, em milhares de escudo por mm, por ano	63
Quadro 3.10 - Custos com a água, em termos de sobretaxa, por ano. Valores em milhares de escudos por ha	63
Quadro 3.11 - Custos de produção por tecnologia de rega, classe de solo e ano. Valores em milhares de escudos por ha	64
Quadro 3.12 - Custos com a plantação por tecnologia de rega e ano em milhares de escudos por ha	65
Quadro 3.13 - Custos com a mão de obra, em milhares de escudos, por variedade e ano	65
Quadro 3.14 - Horas de mão de obra requerida por ha para cada tecnologia de rega	66
Quadro 3.15 - Custos com a apanha manual, em milhares de escudos por tonelada	66
Quadro 3.16 - Custos com a apanha mecânica, em milhares de escudos por tonelada	67
Quadro 3.17 - Custos com a transferência entre tecnologias, em milhares de escudos por ha, para cada ano	67
Quadro 3.18 - Área disponível para cada classe de solo (cenário mais restritivo em termos de água)	68
Quadro 3.19 - Área máxima passível de ser ocupada pela variedade tomate de ciclo curto, para cada classe de solo	68
Quadro 3.20 - Área máxima passível de ser ocupada pela variedade tomate de ciclo médio, para cada classe de solo	69
Quadro 3.21 - Área máxima passível de ser ocupada pela variedade tomate de ciclo longo, para cada classe de solo	69
Quadro 3.22 - Água que o agricultor pode retirar de um pequeno furo (em mm).....	69
Quadro 3.23 - Desvios em cada ano	74
Quadro 3.24 - Quadro dos desvios totais	74
Quadro 4.1 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrição o solo	79

Quadro 4.2 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrição o solo e a água	83
Quadro 4.3 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrição o solo e a mão de obra	87
Quadro 4.4 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrições o solo, a água e a mão de obra	91
Quadro 4.5 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrições o solo, a água, a mão de obra e uma diferenciação de 10% nos preços relativamente ao preço-base (brix2).....	96
Quadro 4.6 - Diferentes bases obtidos para o modelo com linearização do risco – MOTAD	98

Resumo

O Ribatejo tem sido tradicionalmente uma zona de produção de culturas de Primavera-Verão, com especial realce para a cultura de tomate para indústria.

Este trabalho pretende simular e analisar a combinação de actividades e de tecnologias de rega escolhidas para a produção de tomate para indústria nessa região, de acordo com o modelo conceptual proposto e ao longo do período de tempo 1987/1994. As necessidades hídricas da cultura do tomate são calculadas tendo como base os valores efectivamente obtidos para as variáveis meteorológicas temperatura, humidade relativa, insolação e vento, verificados ao longo do ciclo cultural desta planta.

A lâmina de água a ser fornecida ao solo em cada rega, respeitando determinadas características qualitativas ao nível do coeficiente de uniformidade e área adequadamente regada, é obtida através da simulação da tecnologia de rega por sulcos longos e por rega gota a gota. São assim obtidos e definidos 22 pontos numa função de produção que se torna, como tal, discreta.

Os resultados obtidos, em situação determinística, evidenciam uma clara opção produtiva, em detrimento da qualidade. Verifica-se a escolha sistemática do 'brix1 que penaliza, em termos de preço, a qualidade. A tecnologia escolhida é, sempre que disponível, a rega gota a gota com plantação e apanha mecanizadas. Os correspondentes parâmetros qualitativos das regas são um coeficiente de uniformidade de 92% e uma área adequadamente regada de 60%. Em condição de restrição de água fornecida pela associação de regantes são também escolhidas actividades baseadas na existência de um furo para complementar a água fornecida. O tomate de ciclo curto é sempre a variedade integralmente escolhida, excepto quando existe restrição de mão de obra, que obriga à diversificação do ciclo cultural do tomate. Quando a tecnologia tradicional é imposta, nos anos de 1987 e 1988, e existe restrição de água, o solo de arneiro é sempre preterido em relação ao solo de várzea. O contrário se passa quando existe restrição de mão de obra. Verifica-se uma estrita concordância entre o número de regas a efectuar, a disponibilidade de água e as características evapotranspirativas de cada ano. Anos mais secos e maior disponibilidade de água permitem/induzem efectuar um maior número de regas.

A introdução do risco, através da minimização dos desvios absolutos totais (MOTAD), obriga o agricultor a optar pela diversificação de actividades e a obter

menor margem bruta. Acréscimos iguais de rendimento são conseguidos à custa de acréscimos cada vez superiores de risco, medido em termos de desvio padrão.

1. Introdução

1. Introdução

Portugal é o único país europeu cujo território continental se situa quase que totalmente sob a influencia do clima mediterrâneo, com os seus característicos meses de Verão, de temperaturas elevadas e precipitação muito reduzida. O que aparentemente se podia traduzir numa desvantagem comparativa, a inexistência de precipitação durante um período relativamente longo do ano, permite produzir com excelente qualidade uma cultura que encontra o seu solar no clima mediterrâneo “amenizado” pelo Atlântico – o tomate. Esta cultura, quando feita extensivamente para satisfazer a indústria de concentrado de tomate, tem constituído ao longo dos anos uma importantíssima fonte de rendimento para os agricultores, com escoamento quase assegurado.

Como todas as culturas realizadas num período seco do ano, torna-se evidente a necessidade de fornecer água as plantas, sob a forma de rega, sempre que tal seja possível. Os perímetros de rega constituem assim zonas privilegiadas, quer pela disponibilidade de água quer por todo um conjunto de estruturas existentes de transporte – canais, condutas, estradas - para a instalação e exploração de empresas agrícolas baseadas em culturas regadas.

De entre dos perímetros de rega existentes em Portugal, o perímetro de rega do Vale do Sorraia, apresenta-se como o maior, exercendo a sua influência numa vasta região do Ribatejo que engloba o concelho de Coruche, tradicionalmente produtor de tomate para indústria. Não obstante a existência do perímetro de rega do Vale do Sorraia, os agricultores da zona de Coruche têm que continuar a encarar o factor de produção água como um recurso escasso, ao qual está associado um preço. Depreende-se, como tal, a importância que a gestão criteriosa da água assume e impõe nos rendimentos dos agricultores, através dos custos directos com a mesma e da dicotomia produção obtida/qualidade.

Assim, exige-se tanto quanto possível um conhecimento analítico, agronómico, e não empírico ou aproximado, das reais necessidades hídricas das culturas, e das alternativas possíveis e mais viáveis para colmatar essas necessidades através da rega, com racionalidade económica e eficiência agronómica, traduzida em termos de produção e qualidade.

O presente trabalho pretende dar indicações aos empresários agrícolas da região de Coruche, que se dedicam a monocultura do tomate para indústria, sobre que tecnologias de rega devem optar para satisfazer as necessidades hídricas do tomate,

necessidades essas determinadas com base em variáveis meteorológicas e agronómicas, de modo a maximizar o rendimento para cada um dos cenários propostos.

Assim, concretamente, os principais objectivos do presente trabalho são:

1. Caracterizar climaticamente a região de Coruche em termos de evapotranspiração;
2. Determinar reais necessidades de água para cada variedade de tomate e ano;
3. Simular regas para cada tipo de solo utilizado e tecnologia de rega;
4. Determinar as actividades escolhidas e as tecnologias de rega adoptadas num modelo determinístico e num modelo em que o risco se encontra sob uma forma linearizada, quando se utiliza uma função de produção e uma função brix.

2. Metodologia

2. Metodologia

2.1 – A Cultura do Tomate

2.1.1 – Características Gerais

O tomateiro é uma planta perene, cultivada como anual, que pertence ao género Lycopersicon, da família das Solanáceas. Neste género existem duas espécies, no entanto só o Lycopersicon esculentum Mill apresenta interesse cultural relevante .

O tomate tem a sua origem nos vales quentes da América Latina intertropical, onde era cultivado pelos Incas e pelos Aztecas que lhe davam o nome, este último povo, de “xitomate” e “tomatl”. Na Europa, os espanhóis foram os responsáveis pela sua introdução e levaram-no para Itália em 1541 onde foi primeiramente utilizado como planta ornamental, pois era considerada uma planta venenosa. Nos primórdios do séc. XIX era cultivado extensivamente na Sicília (Calado, 1980).

A cor amarelada que os frutos apresentavam quando a planta foi introduzida na planta valeu-lhe a designação italiana de “pomodoro” ou a francesa “pomme d’amour” (Calado, 1980).

Actualmente o tomate é o produto hortícola mais comercializado depois da batata (Filho *et al.*, 1994).

2.1.2 – Valor Alimentar

Em termos gerais o tomate é constituído em 95% por sumo e polpa, sendo a parte restante constituída pelo epicarpo e por sementes. A matéria seca do sumo e da polpa situa-se entre os 4% e os 8% e é constituída aproximadamente por 10% de prótidos, 75% de glúcidos, 10% de cinzas e 5% de gorduras.

O valor alimentar do tomate não é substancialmente diferentes do de outras culturas agrícolas, já que fornece sobretudo vitaminas A e C, alguns sais minerais e quantidades extremamente reduzidas de outros nutrientes, a par de um insignificante valor calórico (Apontamentos de Horticultura II, 1991).

Em termos de indústria, e até à introdução do grau brix para classificação do tomate, esta era feita em termo da cor dos frutos. Por vezes a cor mais conveniente acarretava uma grande pobreza em β -Caroteno, diminuindo o valor alimentar do tomate.

Este empobrecimento alimentar era ainda agravado pela destruição parcial das vitaminas A e C devido a operações tecnológicas associadas a produção de derivados de tomate e a armazenamentos prolongados (Portas, 1971).

2.1.3 – Factores Edáfo-climáticos

2.1.3.1 – Clima

O tomateiro é uma cultura mesotérmica de estação quente. Apresenta uma marcada sensibilidade à geada com um zero de vegetação activo superior a 10° C. É uma planta que cresce bem a temperaturas acima dos 20° C e abaixo dos 30° C, sendo por isso cultivada na primavera e no verão das regiões com invernos frios (Apontamentos de Horticultura II, 1991).

A produção de tomate para indústria revela uma certa identificação com o clima mediterrâneo, com os seus invernos suaves e húmidos e um período seco no verão. Dentro do clima mediterrâneo é a variante de Verão mais quente que predomina na produção de tomate, como é o caso do Vale Imperial e de S. Joaquim na Califórnia, o centro e sul da Itália, as costas africanas e médio-oriental do Mediterrâneo, a Macedónia e as orlas norte e ocidental da Turquia (Calado, 1985).

Além do clima mediterrâneo a cultura do tomate também se localiza em climas de influência marítima, húmidos, com temperaturas amenas ao longo de todo o ano em que a precipitação é suficiente para a vegetação, pois ocorrem chuvas de Verão. Localizam-se neste tipo de clima a segunda zona produtora dos E.U.A. - como é o caso dos estados do Ohio, Indiana e Illinois - , a região italiana da Regia-Emilia (região de Parma) e as planícies produtoras da Bulgária e da Hungria (Portas, 1971).

2.1.3.2 – Temperatura

O tomateiro é uma planta que germina lentamente quando a temperatura do solo é inferior a 10° C, devendo a sementeira fazer-se somente quando a temperatura do solo atingir pelo menos 13° C e o ideal seria temperaturas superiores a 14,5° C (Apontamentos de Horticultura II, 1991).

A cerca de 2° C a planta é destruída. A geada que se começa a formar quando a temperatura do ar desce a 4-6° C queima parcialmente a planta, levando à morte da parte

aérea. Os frutos começam a ser afectados cerca dos 10° C e abaixo dos 5°C os prejuízos são já consideráveis (Apontamentos de Horticultura II).

As temperaturas ideais para o ciclo cultural são uma média mensal entre 20 e 24° C, uma temperatura mensal média das máximas entre 28° C e 30° C e uma temperatura média mensal das mínimas entre 12 e 15° C. Quando as temperaturas atingem 31° C diminui o crescimento vegetativo que aos 38° C pára (Apontamentos de Horticultura II, 1991).

Em termos de floração, e para que esta ocorra, o ideal será uma temperatura diurna à volta dos 25-27°C e a nocturna de cerca de 14°C a 19°C. Quando as noites são muito quentes a formação de sementes é diminuída, devido a uma reduzida síntese hormonal. Para que ocorra uma boa percentagem de germinação de pólen é necessário que a temperatura se situe entre os 20 e os 30° C (Portas, 1971).

Uma vez satisfeitas as condições favoráveis à floração e ao vingamento, convém que a temperatura seja a ideal para que o tomate adquira a sua cor vermelha característica, resultado da síntese do licopeno, um pigmento carotenóide. Para isso as temperaturas não deverão ser superiores a 30° C até à fase em que os frutos ganham uma tonalidade cor de rosa, podendo as temperaturas ser superiores posteriormente até à fase final. Tal assim acontece porque um dos precursores dos carotenóides é controlado por uma enzima cuja actividade bioquímica se anula para temperaturas superiores a 30°C, o que não sucede com a enzima envolvida na etapa final da síntese do licopeno (Portas, 1971).

Assim, e de uma maneira geral podemos dizer que a cor do fruto decresce quando a temperatura ultrapassa os 30°C e que um alto teor de licopeno é atingido quando a temperatura se situa entre os 18 e os 25°C (Horton e Stark, 1969 referidos por Portas, 1971). Temperaturas acima dos 30° C nas regiões do epicarpo exposto ao sol fazem com que este fique amarelo-esbranquiçado mas também originam que todo o fruto fica com dificuldade em passar a vermelho vivo, ou seja, o fruto fica “escaldado”. Para temperaturas ainda mais elevadas, na ordem dos 38-40°C, existe o aparecimento de lesões nos tecidos exteriores quando o fruto é exposto directamente à radiação: o fruto fica “queimado” (Portas, 1971).

2.1.3.3 – Luminosidade

O tomateiro é uma planta indiferente ou com resposta quantitativa ao fotoperíodo (Salisbury, 1963 referido por Portas, 1971). A luz não afecta de forma directa a síntese de licopeno, embora tenha uma relação indirecta pois a luminosidade é um importante condicionador da temperatura no fruto.

Uma intensidade luminosa superior a 30000 lux parece ser um factor *sine qua non* para que ocorra uma alta taxa fotossintética e uma grande produção por hectare. No entanto, insolações excessivas, acima de 60000-70000 lux, podem acarretar aspectos inconvenientes na produção de tomate. Estes inconvenientes incluem a baixa taxa de formação de clorofila a altas temperaturas, ficando as plantas cloróticas e reduzindo-se a absorção de luz (fenómeno da *solarização*). Um outro fenómeno que pode ocorrer deve-se a desequilíbrios hídricos que têm a sua origem na folha das plantas, devido a um aumento substancial na taxa de transpiração, nem sempre acompanhada pela absorção. Ocorre então um perda de turgescência das células estomáticas e uma baixa difusão de CO₂. Dado que a respiração mantém uma taxa elevada, a fotossíntese líquida será reduzida tal como a produção. Por fim, uma elevada intensidade luminosa, que ocasiona uma elevação da temperatura da folha, inactiva o sistema enzimático associado a transformação do açúcar em amido. O açúcar em excesso acumula-se, e, numa reacção de *feed-back*, a taxa fotossintética baixa (Portas, 1971)

2.1.3.4 – Precipitação

Uma precipitação moderada associada a solos bem drenados não tem consequências negativas na produção, embora possa afectar negativamente a qualidade.

Como qualquer solanácea o tomateiro é muito atreito a contrair doenças como o míldio e o oídio quando as suas folhas se encontram sob uma atmosfera de grande humidade. Pode-se verificar, ao nível dos frutos, um imenso desenvolvimento microbiológico com a possibilidade real de penetração e infecção por agentes patogénicos.

Elevadas precipitações provocam desequilíbrios na tensão da água na planta se após a chuva se verificar uma atmosfera quente e seca. Esta conjugação de factores ocasiona um rachamento nos frutos. A própria acção mecânica da chuva, associada ao maior peso da planta molhada provoca um maior contacto das zonas inferiores do

tomateiro com o solo, e uma maior probabilidade da planta contrair doenças criptogâmicas (Portas, 1971).

Assim, um excesso de precipitação na cultura de tomate para indústria inibe produções satisfatórias em termos de quantidade e qualidade. Como tal, as regiões em que este se produz com alta qualidade são caracterizados por um período fisiologicamente seco, que nunca deverá ser inferior a 90-100 dias incluindo já a época de colheita, quando a cultura é feita em regadio (Unesco-Fao, 1963 referido por Portas, 1971).

2.1.3.5 – Vento

O vento desempenha um papel importantíssimo em toda a economia de água da planta. No entanto, o aspecto mais importante a referir é o facto do tomateiro ser uma planta muito sensível ao vento forte na fase da floração, pois a flor pode cair com facilidade dada a extrema fragilidade do seu pedúnculo -ligação da flor ao caule (Apontamentos de Horticultura II, 1991) .

2.1.4 – Ciclo Cultural das Variedades de Tomate Escolhidas

Para se fazer uma estimativa das necessidades de água duma determinada variedade de tomate há primeiro que definir o seu ciclo cultural e intervalar os seus estádios de desenvolvimento. Tal é necessário, pois consoante a fase de desenvolvimento em que a planta se encontra diferentes serão as suas necessidades hídricas.

De acordo com Calado (1980), e de uma forma genérica, quanto mais longo o ciclo cultural da variedade de tomate mais antecipadamente se realizará a sementeira. Em termos de colheita, a antecipação desta não é tão marcada, verificando-se assim apenas uma diferença de poucos dias quando comparamos a data da colheita de variedades de ciclo longo com variedades de ciclo médio e curto. Na data de sementeira, pelo contrário, podem-se verificar diferenças de semanas/meses entre variedades de ciclo longo e variedades de ciclo médio e curto.

Assim, foram propostos diferentes ciclos culturais, de acordo com a variedade de tomate, que se encontram resumidos no Quadro 2.1. O Quadro 2.2 mostra-nos, para

cada variedade de tomate, o número de dias correspondentes a cada estágio de desenvolvimento.

Quadro 2.1 – Ciclos culturais propostos para as variedades de tomate de ciclo curto, ciclo médio e ciclo longo.

	Sementeira	Colheita	Dias do Ciclo
Ciclo Curto	1 Maio	10 Setembro	133
Ciclo Médio	1 Abril	25 Agosto	147
Ciclo Longo	10 Março	20 Agosto	163

Quadro 2.2 – Duração dos diferentes estágios de desenvolvimento em cada variedade de tomate.

	Início	Desenvolvimento	Meia-Estação	Fim-Estação	Total de dias
Ciclo Curto	27 dias Maio (27)	37 dias Maio (4) Junho (30) Julho (3)	42 dias Julho (28) Agosto(14)	27 dias Agosto (17) Setembro (10)	133
Ciclo Médio	30 dias Abril (30)	41 dias Maio (31) Junho (10)	45 dias Junho (20) Julho (25)	31 dias Julho (6) Agosto (25)	147
Ciclo Longo	34 dias Março (21) Abril (13)	44 dias Abril (17) Maio (27)	50 dias Maio (4) Junho (30) Julho (16)	35 dias Julho (15) Agosto (20)	163

2.2 - Caracterização Climática de Coruche

Mais do que um simples conhecimento superficial das características climáticas da zona que serve de estudo a este trabalho, interessa conhecer com precisão as principais variáveis que caracterizam a zona climática e os seus valores. Variáveis como a temperatura, humidade relativa, vento e insolação são importantíssimas em qualquer estudo de necessidades hídricas de culturas em uma dada região. Dada a forma, que se

quer o mais precisa possível, como as necessidades de água que a cultura do tomate apresenta, depende das características climáticas da zona onde é cultivado, optou-se por caracterizar a zona de Coruche para cada um dos anos que serve de base de estudo ao modelo. Assim, as variáveis temperatura média, humidade relativa, insolação e vento são caracterizadas em termos de valores reais obtidos para cada ano (1987/1994) e não em termos de valores médios resultantes de uma série temporal (um conjunto de anos) de observações. Os meses que se consideraram para definir estas variáveis são aqueles que, dado o ciclo cultural de todas as variedades de tomate, são relevantes para o estudo, *i.e.*, os meses de Março a Setembro.

As Fig. 2.1 a 2.4 mostram-nos graficamente os valores obtidos para cada uma das variáveis em causa, nos meses atrás referidos.

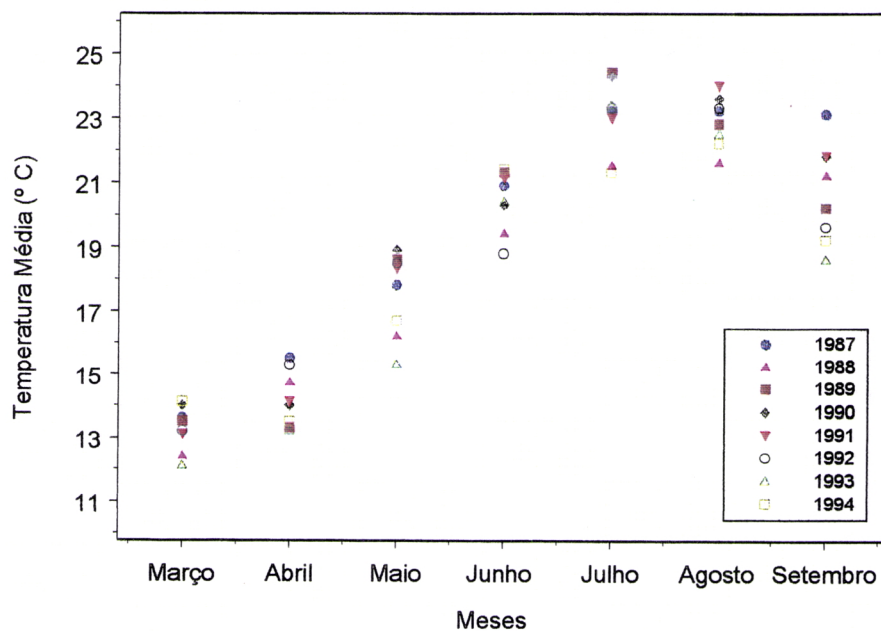


Fig. 2.1- Valores da temperatura média obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994.

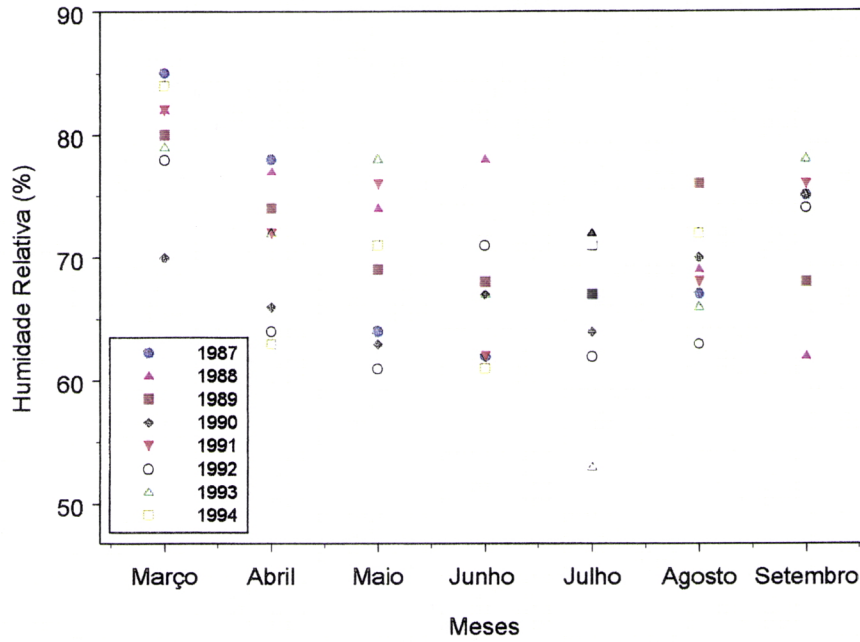


Fig. 2.2- Valores da humidade relativa obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994.

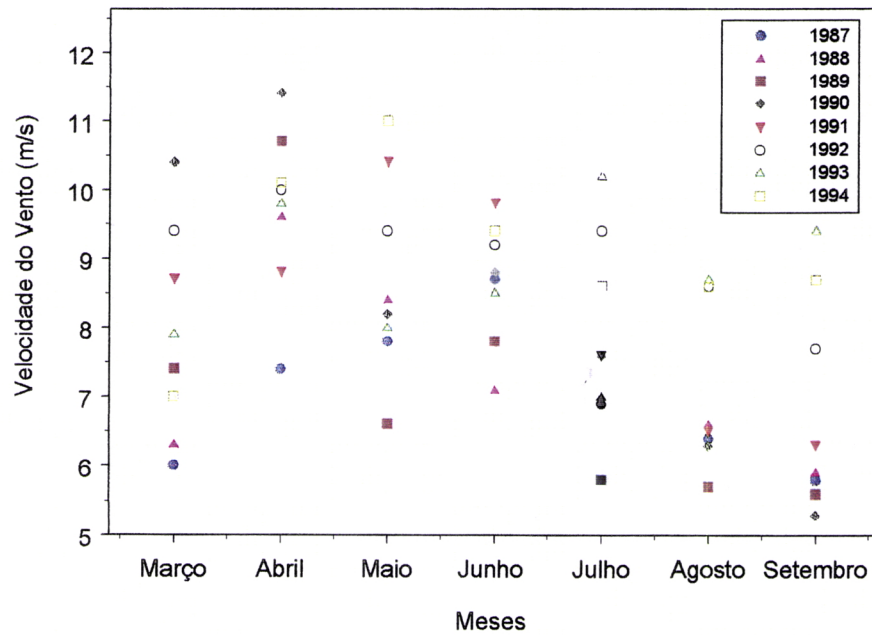


Fig. 2.3 - Valores da velocidade do vento obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994.

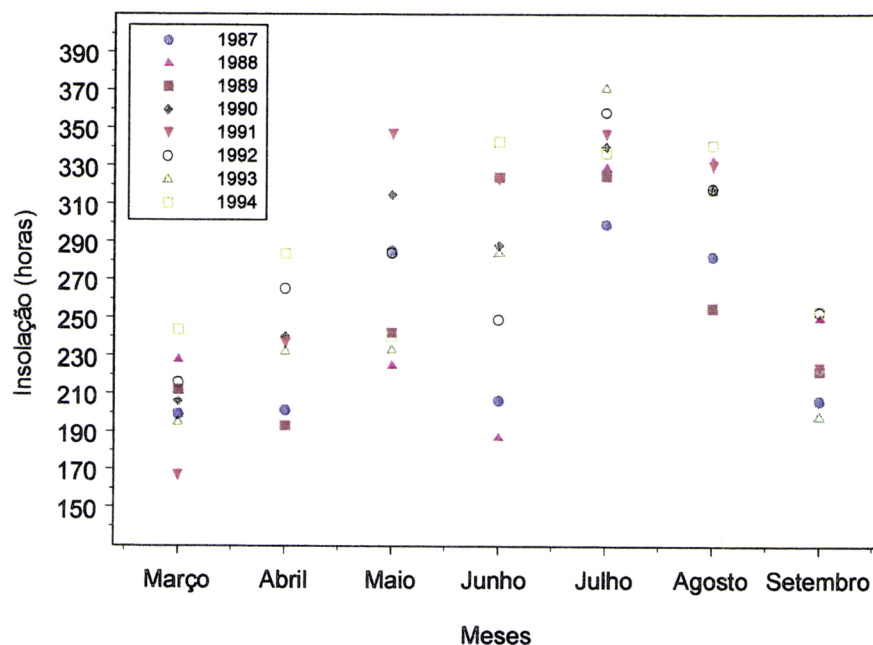


Fig. 2.4- Valores da insolação obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994.

2.3 – Determinação das Exigências em Água da Cultura do Tomate

Definidas as variáveis meteorológicas, e os seus respectivos valores, que permitem caracterizar climaticamente a região de Coruche, estamos em condições de calcular a *evapotranspiração de referência* – ET_o (Doorenbos e Kassam, 1979), isto é, toda a perda de água sob a forma de vapor quando todas as superfícies (do solo e das plantas) estão humedecidas e o índice de área foliar oferece a mínima resistência e a máxima rugosidade (Internacional Commission On Irrigation And Drainage, 1979 referido por Serralheiro, 1987b).

A evapotranspiração de referência pode ser calculada utilizando vários métodos (Serralheiro, 1987a). No presente trabalho é utilizado o “método da radiação” (Doorenbos e Kassam, 1979), em que a evapotranspiração de referência é determinada recorrendo à fórmula:

$$ET_o = C.W.R_g \quad (2.1)$$

em que

ETo = evapotranspiração de referência

C = factor de ajustamento, função do produto W.Rg, da humidade relativa e da velocidade do vento

W = valor função da temperatura e da altitude

Rg = radiação global

Esta fórmula, que serve de base ao cálculo de ETo, é a utilizada pelo programa *CROPWAT* (1992) – versão francesa, na qual, introduzindo os valores mensais da temperatura média, da humidade relativa, da insolação e da velocidade do vento nos permite obter o valor mensal da evapotranspiração de referência. A Fig. 2.5 mostra-nos graficamente os valores de ETo diários, para os meses em questão que têm interesse para a cultura do tomate e no intervalo temporal 1987/1994. Estes valores diários foram obtidos introduzindo a simplificação de que este valor é constante para cada dia de um determinado mês. Assim, bastará dividir a ETo mensal pelo número de dias desse mês, para se obter a ETo diária.

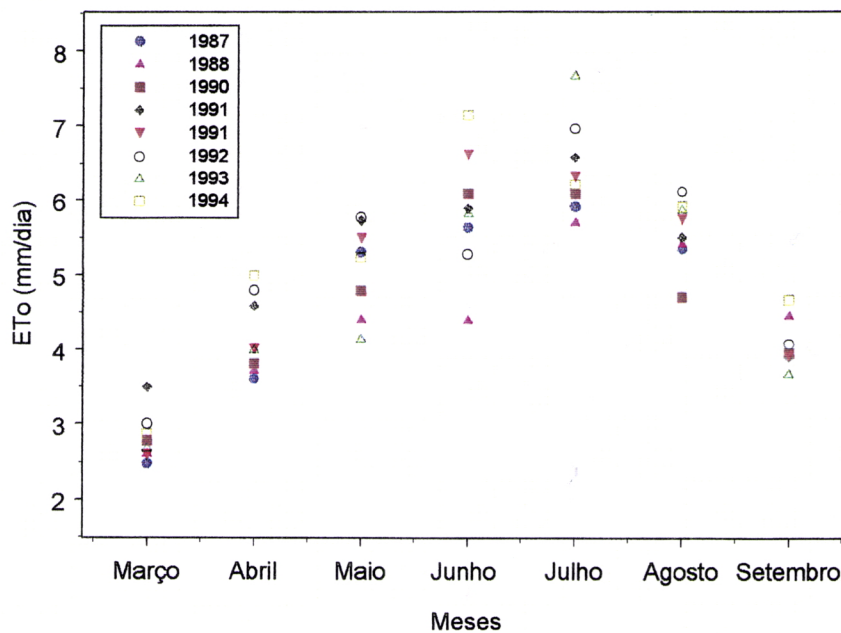


Fig. 2.5- Valores diários para a evapotranspiração de referência obtidos nos meses de Março a Setembro no intervalo temporal 1987/1994.

A evapotranspiração de referência não corresponde às reais necessidades em água por parte das plantas, antes é um conceito prévio e fundamental para posterior

cálculo destas necessidades. Doorenbos e Kassam (1979) introduzem o conceito de *evapotranspiração máxima* – ETm -, ou seja, a evapotranspiração de uma formação vegetal particular, abastecida de água para maximizar a evapotranspiração em condições práticas. A evapotranspiração máxima e a evapotranspiração de referência relacionam-se pela fórmula proposta por Doorenbos e Kassam (1979):

$$ETm = Kc \cdot ETo \quad (2.2)$$

onde

ETm = evapotranspiração máxima

Kc = coeficiente cultural que depende da cultura e estágio de desenvolvimento

ETo = evapotranspiração de referência

Assim, para se calcular a ETm de todo o ciclo cultural do tomate há apenas que somar os valores de ETm que se obtêm em cada dia desse mesmo ciclo. No programa *CROPWAT* (1992) – versão francesa, podemos encontrar os valores de Kc para cada estágio de desenvolvimento proposto no Quadro 2.2. No Anexo 2 podemos consultar a forma como foi calculado o valor de ETm, para cada variedade de tomate e para cada ano. O Quadro 2.3 resume-nos, pois, as necessidades em água das diferentes variedades de tomate em cada ano.

Quadro 2.3 – Exigências hídricas das diferentes variedades de tomate em cada ano.

	Ciclo Curto (mm/ciclo cultural)	Ciclo Médio (mm/ciclo cultural)	Ciclo Longo (mm/ciclo cultural)
1987	588,2	617,9	642,7
1988	540,7	559,3	580,3
1989	575,5	619,4	650,8
1990	628,2	678,0	715,8
1991	636,5	678,0	705,8
1992	645,7	686,8	711,6
1993	636,7	669,0	686,1
1994	647,0	707,1	740,4

2.4 – Cálculo da Quantidade de Água Utilizada em Cada Rega. Cálculo do Número de Regas

2.4.1 – Considerações Gerais

A água que as plantas realmente utilizam para produzir, Z_{req} , é um valor inferior à quantidade de água fornecida ao solo em cada rega.

Para definir a lâmina de água que cada rega vai deixar realmente disponível para as plantas produzirem temos de ter presente que este valor vai depender das características do solo e das características da planta.

De entre as características do solo, temos a *densidade aparente do solo* – Dap . Esta grandeza adimensional não é mais que a razão da massa da parte sólida de um dado volume aparente de solo (volume ocupado pelas partículas sólidas + volume ocupado pelos interstícios ou poros) e da massa de igual volume de água. O seu valor varia com a textura, a estrutura e o teor do solo em matéria orgânica. Valores elevados de densidade aparente estão correlacionados com baixos valores de porosidade, podendo, portanto, a densidade aparente servir de indicador da porosidade (Costa, 1985).

Também fundamental para determinar Z_{req} , e ainda relacionado com as características do solo, importa salientar o conceito de *coeficiente de emurchimento* (c.e.), entendido este como “a percentagem mínima de água do solo que permite o desenvolvimento das plantas, abaixo do qual se dá o emurchimento irreversível” (Serralheiro, 1987) e o conceito de *capacidade de campo* (c.c.), ou seja, “o limite superior de água útil que o solo pode reter nas condições naturais” (Serralheiro, 1987). A diferença, em termos numéricos, entre estas duas constantes de humidade do solo, correspondem à capacidade de um solo reter a água utilizável pelas plantas – *capacidade utilizável* (c.u.) – e pode ser definida como:

$$c.u. = c.c - c.e. \quad (2.3)$$

Todos estes valores vêm usualmente expressos pela relação entre o peso de água e de peso de solo seco, ou pela relação entre o volume de água e o volume total do solo (volume aparente).

No que respeita às características da cultura, a profundidade radicular vai determinar a espessura do solo explorada pelas raízes, e logo condicionar Z_{req} .

A conjugação de todos estes factores atrás referidos, toma a forma de

$$d = D_{ap} \times c.u. \times Z_{raiz} \quad (2.4)$$

em que

d = lâmina de água necessária para levar à capacidade de campo uma espessura (Z_{raiz}) de um solo com densidade aparente (D_{ap}).

2.4.2 – Solo Tipo Arneiro

Os valores das variáveis necessárias para calcular d recorrendo à eq. (2.4) encontram-se no Quadro 2.4. Considerou-se que o volume de raízes do tomateiro se encontra preferencialmente nos primeiros 800 mm de solo. Este valor é perfeitamente plausível, pois o solo tipo arneiro é um solo com textura ligeira, sem grandes entraves mecânicos ao crescimento das raízes. Os valores para a D_{ap} e $c.u.$ (%) foram retirados de Palminha (1992).

Quadro 2.4 – Valor de d obtido recorrendo à equação 2.4, para o solo tipo arneiro.

D_{ap}	c.u.% (c.c.% - c.e.%)	Z_{raiz} (mm)	d (mm)
1,5	5,26	800	63

Por razões de gestão da água é usual optar por aplicar em cada rega, apenas uma fracção de d . Normalmente um valor aproximado a 50%. Assim, baseando-nos no valor obtido para d , decidiu-se que a lâmina de água a aplicar, em cada rega, para suprir as necessidades hídricas da planta seria,

$$Z_{req.} = 35 \text{ mm}$$

2.4.3 – Solo Tipo Várzea

O Quadro 2.5 mostra-nos o valor utilizado das variáveis da eq. (2.4) para calcular d no solo tipo várzea. Os valores foram retirados de Palminha (1992). Neste caso concreto do solo tipo várzea optou-se por escolher uma profundidade de 600 mm na qual se encontra o maior volume de raízes do tomateiro. O solo tipo várzea é um solo com uma estrutura mais pesada do que o solo tipo arneiro, e por conseguinte apresenta às raízes maiores dificuldades mecânicas para o seu crescimento. Apresenta também uma capacidade utilizável superior à do arneiro, o que permite intervalos entre regas mais espaçados.

Quadro 2.5 – Valor de d obtido recorrendo à equação 2.4, para o solo tipo várzea.

Dap	c.u.% (c.c.% - c.e.%)	Z_{raiz} (mm)	d (mm)
1,6	22,34	600	218

Também aqui, por razões de gestão da água, se resolveu optar por considerar cerca de 50% de d como o valor da lâmina de água a aplicar em cada rega e disponível para as plantas. Assim,

$$Z_{req.} = 100 \text{ mm}$$

2.4.4 – Número de Regas

A determinação do número máximo de regas a efectuar em cada ano depende das necessidades hídricas das plantas ($ET_{máx}$) e da quantidade de água que fica disponível no solo, em cada rega, para as plantas produzirem.

Tendo em conta o Quadro 2.3 vemos que a maior evapotranspiração máxima é cerca de 740 mm. Se dividirmos este valor pelo valor de $Z_{req.}$ de cada solo ficamos a saber o número de regas máximo que temos de efectuar, para que as necessidades hídricas de qualquer variedade de tomate em qualquer ano sejam totalmente satisfeitas. Formalizando,

$$N^{\circ} \text{ Regas} = \frac{\text{Max}\{ET_{\text{máx}}\}}{Z_{\text{req.}}} \quad (2.5)$$

No solo tipo arneiro, com $Z_{\text{req.}} = 35 \text{ mm}$ e por (2.5) obtemos,

$$N^{\circ} \text{ Regas}_{\text{arneiro}} = 22$$

No solo tipo várzea temos, seguindo o mesmo raciocínio,

$$N^{\circ} \text{ Regas}_{\text{várzea}} = 8$$

No caso do solo tipo várzea, o número de regas também depende da tecnologia de rega utilizada para fornecer a água às plantas, como veremos em capítulos subsequentes.

2.5 – Determinação da Dotação de Água a Aplicar por Rega

2.5.1 – Rega por Sulcos Longos

2.5.1.1 – Características Gerais

A rega por sulcos longos é uma das modalidades da rega de superfícies ou escorrimento, na qual a água é posta à disposição das plantas através de um lençol de água que se vai infiltrando à medida que também avança no terreno. No caso concreto da rega por sulcos, estes encontram-se na maioria dos casos paralelos uns aos outros, a uma distância apropriada, e a água que neles circula infiltra-se lateralmente e verticalmente para os camalhões que os separam, não humedecendo o terreno da camada superficial (Serralheiro, 1987c).

A Fig. 2.6 mostra-nos o princípio da rega de superfície por sulcos, onde se pode identificar as diferentes variáveis que servem para caracterizar este tipo de rega: caudal de entrada, q_0 ; a água infiltrada, z , em cada ponto da parcela, x , e a altura da toalha de água acima da superfície, y , em cada ponto da parcela, x .

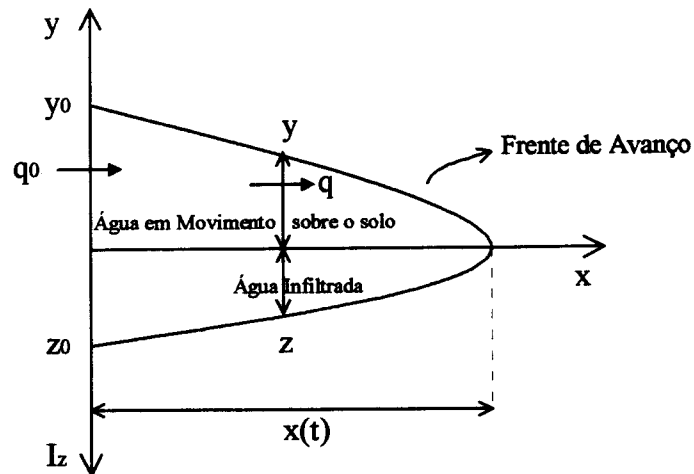


Fig. 2.6 – Princípio da rega por escoamento.
 Fonte: Serralheiro (1987c)

De uma maneira geral é possível identificar várias fases na rega por escoamento:

- uma primeira fase que se inicia com a alimentação da parcela de terreno, durante a qual a toalha de água avança de montante para jusante – fase de avanço;
- posteriormente segue-se uma fase em que toda a parcela está sujeita a infiltração e em que o caudal que atinge o extremo jusante da parcela se perde – fase de manutenção ou permanência;
- seguidamente inicia-se o corte da alimentação da parcela na qual a altura de água a montante diminui e começa a ficar a descoberto a superfície do solo – fase de depleção;
- por fim toda a toalha de água desaparece da superfície do solo, de montante para jusante – fase de recessão.

A Fig. 2.7 mostra-nos graficamente a existência destas quatro fases, e respectivos tempos, para um determinado comprimento de um sulco.

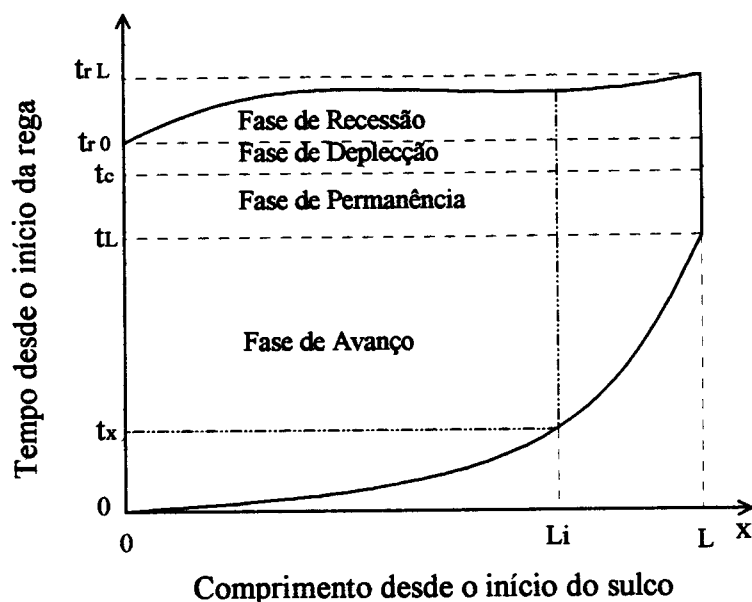


Fig. 2.7 – Fases da rega por escoamento.
Fonte: Serralheiro (1987c)

Para um qualquer ponto x , o tempo de infiltração, t_{ix} , corresponde ao intervalo de tempo em que a toalha de água permanece sobre a superfície em x , ou seja, entre o avanço t_x e a recessão t_{rx} , como tal,

$$t_{ix} = t_{rx} - t_x \quad (2.6)$$

2.5.1.2 – Parâmetros Qualitativos da Rega por Sulcos Longos

De entre os vários parâmetros que servem para avaliar qualitativamente uma rega realizada por sulcos longos, tem especial interesse para o nosso estudo o *coeficiente de uniformidade* e a *área adequadamente regada*.

2.5.1.2.1 – Coeficiente de Uniformidade (C.U.)

Dá-nos uma medida da regularidade de distribuição da água em toda a parcela e resulta de uma comparação entre a altura mínima infiltrada – $Z_{min.}$ – com a altura média infiltrada – $Z_{med.}$. Palminha (1992) expressa C.U. sob a forma,

$$C.U. = \frac{Z_{min.}}{Z_{med.}} \quad (2.7)$$

ou

$$C.U. = \frac{(Z \times Z_{med.})}{n \times Z} \quad (2.8)$$

na qual

Z = altura de água infiltrada num ponto

n = número de pontos observados

A Fig. 2.8 mostra-nos o esquema de um perfil de infiltração onde se pode identificar $Z_{min.}$ e $Z_{med.}$.

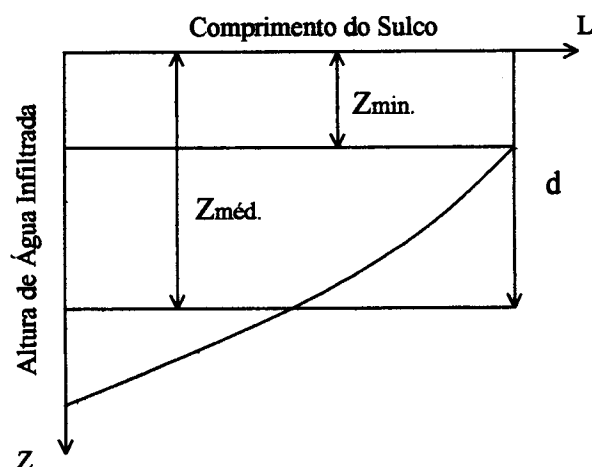


Fig. 2.8 - Esquema de um perfil de infiltração mostrando a relação entre $Z_{min.}$ e $Z_{med.}$.
Fonte: Palminha (1992).

2.5.1.2.2 – Percentagem de Área Adequadamente Regada (A.A.R.)

Palminha (1992) define este parâmetro como sendo,

$$\text{A.A.R.} = 100 \times L \times \frac{X_u}{L} \quad (2.9)$$

em que

L = comprimento total da parcela

X_u = comprimento da parcela em que a altura de água correspondente à dotação d não foi satisfeita

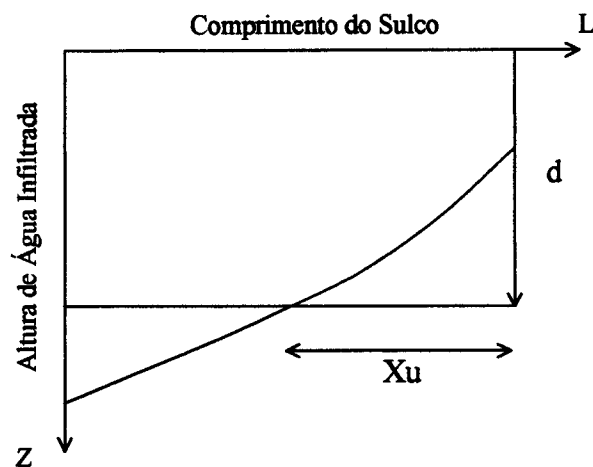


Fig. 2.9 – Esquema de um perfil de infiltração mostrando a relação entre d , L e X_u .
Fonte: Palminha (1992).

Linha 4

1,2,1

Caracteriza a natureza da subseqüente informação que vai ser introduzida, definindo as propriedades hidráulicas do solo e geométricas da parcela. O primeiro dígito informa sobre a relação entre a infiltração e o tempo de infiltração. Neste caso concreto o primeiro dígito é 1, significando que a infiltração Z (volume infiltrado por unidade de área) é função do tempo sob a forma da equação de Kostiakov-Lewis,

$$Z = k.t^a + B.t + C \quad (2.10)$$

O segundo dígito determina a forma como o parâmetro de rugosidade dos sulcos é introduzido. Neste caso é sob a forma do coeficiente de rugosidade de Manning.

O terceiro dígito diz respeito à variação da configuração do sulco ao longo do perfil longitudinal do mesmo. O valor 1 implica que esta configuração é constante ao longo do tempo e do comprimento.

Linha 5A

200

É o comprimento do sulco. Foi assumido o valor de 200 m.

Linha 6AB

5.41,0.107,1.428,0....0.06,0

Os primeiros quatro dígitos dizem respeito aos coeficientes k , a , b e C da equação de Kostiakov-Lewis. Palminha (1992) em solos tipo arneiro na zona de Coruche chegou à equação de infiltração,

$$Z = 34,9.t^{0,107} + 0,238.t \quad (2.11)$$

com

Z expresso em mm

t expresso em minutos



em que

PM = perímetro molhado

y = altura de água sobre o talvegue do sulco

p,r = constantes empíricas

Linha 8 0.015

É o declive do sulco em m/m. O sulco tem um declive de 1,5%.

Linha 9A 150

Define a entrelinha entre dois sulcos sucessivos. Valores em cm.

Linha 9D 14.95,0.541

Valores de p em cm e de r adimensional da eq. (2.13)

Linha 10 3.5,1

Parâmetros de gestão da rega. O primeiro dígito diz respeito à lâmina de água, em cm, que se pretende infiltrar e tornar disponível para as plantas (Z_{req}). O segundo dígito “obriga” o valor do caudal a permanecer constante ao longo da rega.

Linha 11 caudal,tempo,1,0,1

Parâmetros de gestão da rega. Caudal em l/s e tempo em minutos. Os últimos três dígitos reafirmam que o caudal é constante, processa-se num único ciclo e o corte de água no fim da rega é completo, *i.e.*, não há diminuição gradual do caudal.

As restantes linhas apresentam os valores iniciais que se encontram por defeito no ficheiro SRFR.DAT.

2.5.1.4 – Gráfico Caudal *Versus* Tempo

Para cada simulação efectuada pelo SRFR, em que são introduzidos diferentes valores de caudal e tempo, e mantendo-se o mesmo Z_{req} , vamos obter regas com determinadas características qualitativas, a nível do coeficiente de uniformidade e área adequadamente regada.

As diferentes combinações de caudal e tempo permitem construir uma “malha” de pontos. Para cada parâmetro qualitativo, e por interpolação linear destes pontos obtidos a partir da simulação de regas, é possível obter curvas ao longo das quais o valor para o coeficiente de uniformidade se mantém constante. Utilizando os mesmos pontos, e o mesmo procedimento, podem-se obter outras curvas, mas agora para a área adequadamente regada.

“Suavizando” estas curvas e conjugando-as num mesmo gráfico é possível obter, para o solo tipo várzea, a Fig. 2.10.

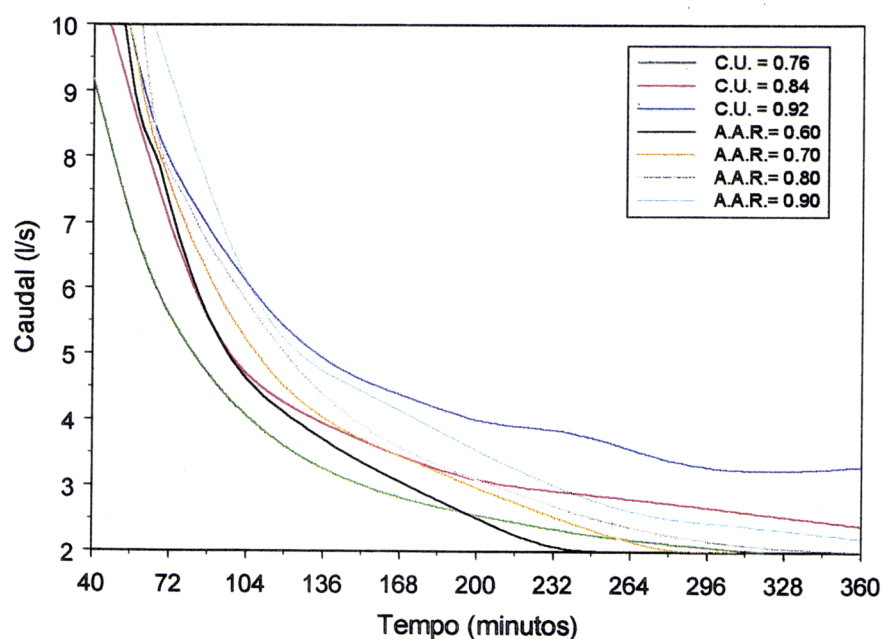


Fig. 2.10 – Curvas do coeficiente de uniformidade e área adequadamente obtidas para o solo tipo várzea.

Da intercepção entre uma curva do coeficiente de uniformidade com uma curva da área adequadamente regada obtém-se uma rega com determinadas características C.U.-A.A.R., se para tal se respeitarem as condições de caudal e tempo determinadas

graficamente. Repetindo o processo para todas as combinações C.U.-A.A.R. relevantes para o nosso estudo, podemos construir o Quadro 2.6 que nos mostra a lâmina de água necessária fornecer ao solo, por rega, ao solo tipo várzea impondo os valores de caudal e tempo obtidos na Fig. 2.10. Esta lâmina de água resulta do cociente entre o total de água despendida (caudal x tempo) e a área da parcela abrangida por um sulco (comprimento do sulco x entrelinha). Note-se que ainda que Z_{req} seja constante, a lâmina de água fornecida é variável com a uniformidade de rega e a área adequadamente regada

Quadro 2.6 – Lâmina de água necessária fornecer ao solo tipo várzea, preenchendo os requisitos de caudal e tempo, para que determinadas combinações C.U.-A.A.R. se obtenham.

C.U.(%)	A.A.R.(%)	Caudal (l/s)	Tempo (min)	Lâmina de água fornecida ao solo (mm)
76	60	2,6	195,7	101,4
	70	2,2	259,5	114,4
	80	2,0	326,0	130,2
	90	-	-	-
84	60	5,5	88,4	97,2
	70	3,5	165,0	115,5
	80	3,2	194,0	124
	90	2,9	240,0	139,2
92	60	10,0	58,0	115,5
	70	9,2	66,0	109,2
	80	8,5	70,0	118,8
	90	6,5	107	139,2

Para o solo tipo arneiro, em todas as simulações efectuadas, e no que diz respeito ao parâmetro área adequadamente regada, foi sempre obtido o valor de 100%. Isto significa que qualquer dos três valores escolhidos de coeficiente de uniformidade “coexiste” sempre com a área na sua totalidade adequadamente regada. A Fig. 2.11 representa, assim, apenas as curvas dos diferentes coeficientes de uniformidade. Ao longo das três curvas representadas o valor da área adequadamente regada é sempre 100%.

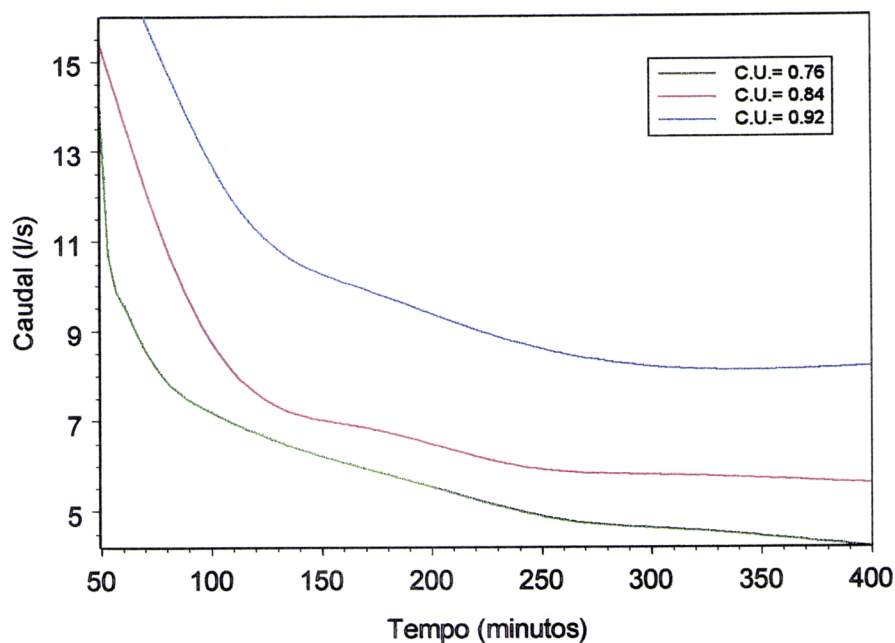


Fig. 2.11 – Curvas de coeficiente de uniformidade obtidas para o solo tipo arneiro.

Assim, recorrendo a um artifício, que permite a comparação entre os dois tipos de solo, e daí tirar conclusões comparáveis, estabeleceu-se que as combinações utilizadas no solo tipo arneiro seriam entre o coeficiente de uniformidade e o tempo que, no solo tipo várzea, permite obter a percentagem pretendida de área adequadamente regada.

O Quadro 2.7 elucida-nos o atrás referido.

Quadro 2.7 – Lâmina de água necessária fornecer ao solo tipo arneiro, por rega.

C.U.(%)	Tempo (min)	Caudal (l/s)	Lâmina de água fornecida ao solo (mm)
76	195,7	5,8	218,4
	259,5	4,8	249,6
	326,0	4,4	285,2
84	88,4	9,9	174,6
	165,0	6,9	227,7
	194,0	6,7	260,0
	240,0	6,0	288,0
92	107,0	12,2	261,8

Para os tempos de rega de 58, 66 e 70 minutos não é possível determinar um ponto de intercepção com a curva dos 92% para o coeficiente de uniformidade.

2.5.2 – Rega por Tecnologia Tradicional

Na tecnologia de rega tradicional considerou-se que este sistema apenas permite obter os valores mais baixos de coeficiente de uniformidade (76%) e percentagem de área adequadamente regada (60%). No que diz respeito aos consumos de água, e dado a ineficácia deste sistema de rega (Prioste e Sousa, s/d), assumiu-se um gasto de 10000 m³ no solo tipo várzea, distribuídos por 8 regas, e de 11000 m³ no solo tipo arneiro, distribuídas por 22 regas. O maior gasto de água no solo tipo arneiro justifica-se pela textura mais ligeira, claramente mais arenosa, quando comparada com a textura do solo tipo várzea.

2.5.3 – Rega por Gota a Gota

A rega gota a gota é um sistema que fornece directamente ao solo água filtrada e fertilizantes, sendo aplicada às plantas individualmente, em oposição aos sistemas que regam toda a superfície do solo (Silva, 1991).

Esta tecnologia de rega assenta em duas vertentes fundamentais: a localização e a alta frequência. A localização consiste em humedecer só parte do volume do solo e pretende-se que as raízes obtenham desse volume a água e os nutrientes de que necessita. O efeito da localização manifesta-se na modificação da evaporação, da transpiração e na distribuição das raízes. Além disso, a localização da rega quase obriga a que esta seja aplicada com alta frequência; na generalidade das vezes o volume de solo humedecido é reduzido e, como tal, a capacidade de armazenamento é baixa. Para satisfazer às necessidades das culturas pode-se ter que realizar inúmeras regas de pequenas dotações cada uma (Palminha, 1992).

Uma grande vantagem da rega gota a gota reside na enorme poupança de água consubstanciada nas muito menores perdas por infiltração e evaporação.

Na rega localizada, rega gota a gota, a dotação aplicada em cada rega pode ser determinada através da quadro proposta por Sammis e Wu (1985). Nesta quadro, cada combinação coeficiente de uniformidade-área adequadamente regada dá-nos a

proporção (G) entre a quantidade de água infiltrada (I) e a evapotranspiração máxima ($ET_{máx}$) – $I/ET_{máx} = G$ – isto é, permite-nos saber qual a lâmina média de água que tem de ser infiltrada para satisfazer um determinado valor de $ET_{máx}$. O Quadro 2.8 mostra-nos esta proporção para cada relação coeficiente de uniformidade-área adequadamente regada relevante para o nosso estudo.

Quadro 2.8 – Proporção da $ET_{máx}$ a ser satisfeita para obtenção de determinadas combinações Coeficiente de Uniformidade-Área Adequadamente Regada.

Área Adequadamente Regada (%)	Lâmina Média Infiltrada Proporção da $ET_{máx}$ (G)		
	C.U. = 92%	C.U. = 84%	C.U. = 76%
90	1,15	1,35	1,63
80	1,09	1,20	1,34
70	1,05	1,12	1,19
60	1,02	1,05	1,08

Fonte: Sammis e Wu (1985).

Se definirmos que em cada rega queremos fornecer ao solo uma quantidade de água capaz de colmatar uma evapotranspiração máxima de 35 mm (para se obter 22 pontos de rega, como calculado para o solo tipo arneiro), podemos construir o Quadro 2.9, onde se encontram registados, por rega, a lâmina média que tem que ser infiltrada, para cada combinação C.U.-A.A.R.. Note-se que quanto maior o coeficiente de uniformidade mais se aproxima do valor de 35 mm desejado.

Quadro 2.9 – Lâmina média infiltrada para satisfazer uma $ET_{máx}$ de 35 mm em cada combinação Coeficiente de Uniformidade-Área Adequadamente Regada.

Área Adequadamente Regada (%)	Lâmina Média Infiltrada $ET_{máx} = 35$ mm		
	C.U. = 92%	C.U. = 84%	C.U. = 76%
90	40,25	47,25	57,05
80	38,15	42,00	46,90
70	36,75	39,20	41,65
60	35,70	36,75	37,80

Os diferentes valores de lâmina média infiltrada para cada número de regas efectuadas, através da tecnologia gota a gota, em ambos os solos tipo arneiro e tipo várzea, encontram-se registados no anexo 4.

2.5.4 – Rega por Aspersão – *Center Pivot*

Considerou-se, para o *center pivot*, que esta tecnologia de rega gasta cerca de 10% mais água do que a rega gota a gota. Estes gastos adicionais em água, para que se infiltre a mesma quantidade no solo, devem-se a maiores perdas de água relacionadas com o vento e com a evaporação. Esse dado de 10% é arbitrário, mas plausível.

O Quadro 2.10 mostra-nos a dotação que tem que ser efectuada em cada rega, para que a planta disponha de 35 mm de água para evapotranspirar.

Quadro 2.10 – Dotação de rega a efectuar pelo *center pivot* para cada combinação Coeficiente de Uniformidade-Área Adequadamente Regada.

Área Adequadamente Regada (%)	Dotação de Rega $ET_{máx} = 35 \text{ mm}$		
	C.U. = 92%	C.U. = 84%	C.U. = 76%
90	44,275	51,975	62,755
80	41,965	46,2	51,59
70	40,425	43,12	45,815
60	39,27	40,425	41,58

2.6 - Modelação Económica

2.6.1 - Modelo Sem Risco

Os problemas de optimização dizem respeito à determinação de extremos de funções, normalmente definidas sobre um certo domínio, podendo, eventualmente, estarem sujeitas a um conjunto de restrições. De entre estes problemas de optimização assume grande importância para a teoria económica a Programação Matemática, na qual se pretende determinar a afectação óptima de recursos escassos que podem ser empregues entre usos alternativos no intuito de atingir determinados objectivos (Chiang, 1982).

A Programação Linear constitui uma sub-classe de problemas da programação matemática, na qual todas as funções, quer se trate da função objectivo quer se trate das restrições impostas, são lineares. Formalmente, e em termos algébricos, é possível definir um problema de programação linear sob a forma:

$$\text{Max (Min) } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (2.16)$$

sujeito a

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1j}x_j + a_{1n}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2j}x_j + a_{2n}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_2 \\ \dots \end{aligned} \quad (2.17)$$

$$\begin{aligned} a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ij}x_j + a_{in}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_i \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mj}x_j + a_{mn}x_n \{ \leq, =, \geq \} b_m \end{aligned}$$

$$x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n, \geq 0 \quad \text{com } i = 1, 2, \dots, m \text{ e } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.18)$$

na qual a_{ij} , b_i e c_j são constantes e onde, para cada uma das restrições, apenas se verifica uma das relações que constam dentro das chavetas. A função que se pretende maximizar (minimizar) toma a designação de função objectivo e as constantes $c_1 \dots c_j$ são os coeficientes da função objectivo. As equações ou inequações (2.17) representam determinadas condições a respeitar - as restrições -, na qual os a_{ij} são os coeficientes técnicos e $b_1 \dots b_m$ os termos independentes. A majoração representada por (2.18) impõe valores positivos para as variáveis escolhidas, embora estas actividades possam coexistir com outras variáveis que somente possam tomar valores negativos, ou variáveis livres, *i.e.*, sem qualquer restrição de sinal.

Alternativamente, segundo Guerreiro *et al.* (1985), um modelo de programação linear, pode ser representado em outras formas:

1- Cartesiana

$$\text{Max } z = \sum_j c_j x_j \quad (2.19)$$

S.A.

$$\sum a_{ij}x_j \leq b_i \quad (2.20)$$

$$x_j \geq 0 \quad e \quad i = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n \quad (2.21)$$

2- Matricial

$$\text{Max } z = c'X \quad (2.22)$$

$$AX \leq b \quad (2.23)$$

$$X \geq 0 \quad (2.24)$$

$$\text{em que } c = [c_1, c_2, \dots, c_n]' , \quad X = [x_1, x_2, \dots, x_n]' , \quad b = [b_1, b_2, \dots, b_m]' \\ A = [a_{ij}]_{(m \times n)} \quad e \quad 0 = [0, 0, \dots, 0]' \quad (2.25)$$

3- Vectorial

$$\text{Max } z = c'X$$

$$x_1P_1 + x_2P_2 + \dots + x_nP_n \leq P_0 \quad (2.26)$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{em que } c = [c_1, c_2, \dots, c_n]' , \quad X = [x_1, x_2, \dots, x_n]' , \quad P_j = [a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}]' \quad e \\ P_0 = [b_1, b_2, \dots, b_m]'$$

O modelo determinístico que serviu de base à elaboração deste trabalho assenta num modelo de programação linear multiperíodo.

2.6.2 - Modelo Com Risco

2.6.2.1 – Considerações Gerais

A actividade agrícola é claramente uma actividade onde o risco é uma constante (Hazell, 1971; Carvalho e Pinheiro, 1990). Variações nos preços dos produtos e dos factores de produção assim como a extrema dependência da agricultura de factores exógenos, traduzidos em factores climatéricos e envolvente económico-política, tornam o agricultor, um empresário que não consegue controlar, de modo algum, todas as variáveis de produção.

As múltiplas estratégias adoptadas pelos agricultores baseiam-se na probabilidade de ocorrência de determinados estados de natureza, entendidos estes como o conjunto particular caracterizado pelo rendimento, coeficientes técnicos das actividades e disponibilidades dos recursos utilizados. É este conhecimento do valor da probabilidade de ocorrência dos diferentes estados natureza que nos permite distinguir risco de incerteza (Hazell e Norton, 1986), sendo o segundo o desconhecimento total da probabilidade de ocorrer determinados estados de natureza. Estas estratégias adoptadas pelos agricultores visam minimizar o risco, conforme o sugerido em numerosos estudos empíricos (Binswanger, 1980 e Dillon e Scandizzo, 1978, referidos por Hazell e Norton, 1986). Assim, os agricultores comportar-se-iam como empresários avessos ao risco. Estariam dispostos a sacrificar a possibilidade de obter rendimentos superiores, através de actividades mais rentáveis, a troco de não assumir um risco tão elevado ou inseguro nesses mesmos rendimentos (Arias, 1993).

Deste antagonismo de interesses, que produz a satisfação do rendimento esperado e do risco que comporta a sua obtenção, diferentes abordagens e procedimentos surgiram, para formalizar a escolha de decisões. O agricultor só terá que hierarquizar os diferentes planos da empresa, baseando-se na distribuição dos seus rendimentos, e escolher o que melhor satisfaz os seus objectivos (Hazell e Norton, 1986).

2.6.2.2 - Da Programação Quadrática ao MOTAD

O critério do rendimento esperado – variância (critério E-V) assume que o empresário agrícola somente faz as suas escolhas, entre diferentes alternativas, baseando-se no rendimento esperado e na variância que lhe está associada. Tal só acontece se o agricultor tiver uma função de utilidade convexa, capaz de traduzir a sua aversão ao risco (Hazell, 1971).

Dada esta assunção, o agricultor escolherá entre os planos que tenham variância mínima para um dado nível de rendimento, definindo assim os pares E-V eficientes. A Fig. 2.12 permite-nos clarificar graficamente esta questão.

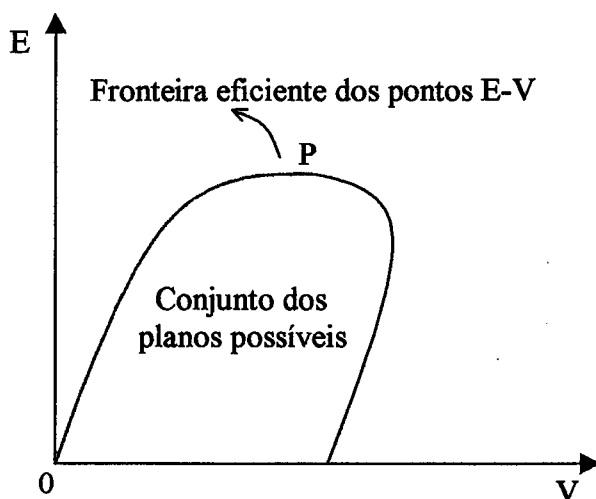


Fig. 2.12 – Conjunto dos planos possíveis e dos planos eficientes (linha a azul) no espaço E-V.

A programação quadrática permite obter esta fronteira eficiente de pontos E-V, a partir de todos os planos possíveis para a empresa, definindo-se em termos de rendimento esperado de cada actividade, ou seja:

$$\text{Min } V = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_j x_k \sigma_{jk} \quad (2.27)$$

tal que

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j = \lambda \quad (\lambda=0 \text{ até infinito}) \quad (2.28)$$

S.A.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (\text{para todo o } i) \quad (2.29)$$

$$x_j \geq 0 \quad (\text{para todo o } j) \quad (2.30)$$

onde,

x_j = nível de intensidade

c_j = margem bruta esperada da actividade j

σ_{jk} = covariância das margens brutas entre a actividade j e k , se $j \neq k$ e variância se $j=k$.

a_{ij} = coeficientes técnicos da actividade j para o recurso i

b_i = nível existente do recurso i

n = número de actividades

m = número de restrições

λ = escalar

A soma $\sum_{j=1}^n c_j x_j$ é o rendimento esperado E , e $\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_j x_k \sigma_{jk}$ é a variância

esperada V . Parametrizando λ de 0 até infinito, é possível obter uma sequência de soluções com rendimentos e variância cada vez maiores, respeitando as restrições impostas. Nos pontos em que há mudança de base, *i.e.*, mudança qualitativa das actividades escolhidas, permitem-nos traçar a fronteira eficiente dos pontos E-V. Pontos intermédios entre 2 pontos com bases diferentes, mas adjacentes, podem ser obtidos por interpolação linear (Hazell, 1971). Conhecida a função de utilidade do agricultor, o ponto de tangência entre esta e a fronteira dos planos eficientes permite-nos identificar a solução que maximiza a função utilidade. Desconhecendo esta última, resta ao

agricultor escolher o plano que mais lhe apraz, entre todos os que definem a fronteira dos planos eficientes.

O modelo MOTAD, ao contrário da programação quadrática, exige apenas o algoritmo da programação linear (PL) para ser resolvido, e permite-nos também obter a fronteira dos planos eficientes.

Esta aproximação é mais relevante quando a variância do rendimento esperado é estimado usando séries temporais (anos). Assim, neste caso, para a estimativa da variância dos rendimentos, na programação quadrática, tem-se:

$$\hat{V} = \sum_j \sum_k x_j x_k \left[(1/T - 1) \sum_{t=1}^T (c_{jt} - \bar{c}_j)(c_{kt} - \bar{c}_k) \right] \quad (2.31)$$

em que

T = número de observações

c_{jt} = rendimento esperado da actividade j no ano t

\bar{c}_j = rendimento médio

Pondo a soma em T para a esquerda e factorizando, a estimativa da variância fica:

$$\hat{V} = (1/T - 1) \sum_t \left[\sum_j c_{jt} x_j - \sum_j \bar{c}_j x_j \right]^2 = (1/T - 1) \sum_t (y_t - \bar{y})^2 \quad (2.32)$$

Esta última transformação permite-nos utilizar o estimador MAD (desvio absoluto médio) da variância do rendimento (expressão entre chavetas),

$$\tilde{V} = F \left\{ (1/T) \sum_t (c_{jt} x_j - \sum_j \bar{c}_j x_j) \right\}^2 \quad (2.33)$$

em que

$$F = T \pi/2(T-1) \quad (2.34)$$

substituindo (2.33) por (2.27) no modelo de programação quadrática obtemos um modelo de programação linear. Se usarmos como notação Z_t^+ para nos dar o desvio positivo do rendimento para a sua média num determinado ano, e Z_t^- se for negativo, podemos escrever:

$$Z_t^+ - Z_t^- = \sum_j c_{jt} x_j - \sum_j \bar{c}_j x_j \quad \text{para todo o } t \quad (2.35)$$

Ambos os Z 's são não negativos e medem o desvio absoluto do rendimento de uma actividade para a sua média, em cada ano. Como tal, facilmente se conclui que para cada ano não podem ser positivos e negativos ao mesmo tempo, e o

$$\sum (Z_t^+ + Z_t^-) \quad (2.36)$$

dá-nos a soma dos valores absolutos dos desvios do rendimento, de tal modo que o estimador MAD da variância toma a forma

$$\tilde{V} = F \left\{ (1/T) \sum_t (Z_t^+ + Z_t^-) \right\}^2 \quad (2.37)$$

Através de algumas manipulações matemáticas envolvendo F/T^2 – um valor constante –, obtemos,

$$w = (T^2 / F) \tilde{V} = \left\{ \sum_t (Z_t^+ + Z_t^-) \right\}^2 \quad (2.38)$$

A raiz quadrada de ambos os membros desta igualdade em nada afecta a hierarquização dos planos para a empresa agrícola, e permite-nos obter a alternativa linear ao problema quadrático inicial:

$$\text{Min } w^{0.5} = \sum_t (Z_t^+ + Z_t^-) \quad (2.39)$$

tal que,

$$\sum_j (c_{jt} - \bar{c}_j) x_j - Z_t^+ + Z_t^- = 0 \quad \text{para todo o } t \quad (2.40)$$

S.A.

$$\sum_j \bar{c}_j x_j = \lambda \quad (2.41)$$

$$\sum_j a_{ij} x_j \leq b_i \quad \text{para todo o } i \quad (2.42)$$

$$x_j, Z_t^+, Z_t^- \geq 0 \quad \text{para todo o } j, t \quad (2.43)$$

Todos estes passos propostos por Hazell (1986) permitem chegar a uma função objectivo que pretende minimizar os desvios absolutos totais (**Minimization Of Total Absolute Deviation – MOTAD**).

Como, em relação à média, os valores absolutos negativos igualam os valores absolutos positivos, também podemos optar pela forma mais *ligeira* do MOTAD:

$$\text{Min } 0,5.w^{0.5} = \sum_t Z_t^- \quad (2.44)$$

tal que

$$\sum_j (c_{jt} - \bar{c}_j) x_j + Z_t^- \geq 0 \quad \text{para todo o } j \quad (2.45)$$

e sujeito às restrições (2.41), (2.42) e (2.43).

Neste trabalho, na modelação do risco, utilizou-se o MOTAD.

3. Modelo Económico

3. Modelo Económico

3.1 – Considerações Gerais

O presente trabalho baseia-se num modelo que deve de ser entendido como um refinamento do modelo de Oliveira (1995). Pretende-se, pois, colmatar vários aspectos que neste autor inviabilizam e impedem, quanto a nós, a extrapolação completa dos resultados verificados para a realidade da empresa agrícola, produtora de tomate para indústria. Assim, em Oliveira (1995), os dados recolhidos e utilizados de produção de tomate, quer em termos quantitativos quer qualitativos, são empíricos, e resultam de valores médios, obtidos através de censos aos agricultores. Também neste autor, todo o tratamento feito em termos de gasto de água assenta em valores fornecidos *ad hoc* pelos agricultores, não necessariamente os mais realistas. Todo este excesso de empirismo distorce e trunca a aplicação à realidade dos resultados obtidos.

No modelo por nós desenvolvido, os valores de produção e de °brix obtido resultam da introdução de valores de consumos de água – entenda-se regas- e da evapotranspiração máxima verificada em cada ano e variedade de tomate, numa função de produção e numa função brix. Obtém-se, assim, uma aproximação mais agronómica, e simultaneamente mais económica, de toda a produção de tomate, e conseqüentemente do rendimento bruto do agricultor, pois estamos a trabalhar no pressuposto de que o empresário agrícola se dedica exclusivamente à monocultura do tomate. Por outro lado, dada a nova abordagem feita aos gastos físicos com a água, os custos com o factor de produção mais importante numa cultura regada tornam-se mais realistas. Os restantes custos por ha são idênticos aos de Oliveira (1995).

São propostas diferentes disponibilidades em termos dos factores de produção, a saber:

- 1) área do solo tipo várzea e do solo tipo arneiro de, respectivamente, 9 ha e 4,5 ha (Oliveira, 1995);
- 2) disponibilidade de água fornecida pela associação de regantes de 4500 mm e proveniente de um furo artesiano de 1500 mm;
- 3) disponibilidade diferenciada em mão de obra consoante a actividade de tomate: 200 horas para o tomate de ciclo curto, 350 horas para o tomate de ciclo médio e 500 horas para o tomate de ciclo longo.

Estas restrições dos factores de produção, *per si* ou em combinação, definem os diferentes cenários propostos:

- 1) restrição em solo;
- 2) restrição em solo e água;
- 3) restrição em solo e mão de obra e
- 4) restrição em solo, água e mão de obra.

São também propostos cenários em que se verifica variação da disponibilidade da área cultivável, subida dos preços da água e diferenciação quantitativa dos preços dos diferentes escalões de °brix.

No modelo com risco, este é estudado através de uma função linear – MOTAD, com limitações de área cultivável, disponibilidade de água e disponibilidade de mão de obra.

3.2 – Exigências na Estrutura de um Modelo em GAMS

O programa GAMS original foi desenhado para ser utilizado em sistemas poderosos, capazes de trabalhar milhares de variáveis e milhares de equações. Tal como qualquer outro *software* utilizado em economia, todo o problema deve ser completa e previamente formulado antes de ser resolvido. Na concretização do modelo, há que respeitar apenas duas regras: utilizar somente o formato ASCII e, se possível, não utilizar tabulações (Neto, 1995).

Para que um problema seja formulado, e se obtenha um modelo passível de ser resolvido, é necessário recorrer a um conjunto de palavras-chave que permitam ao programa reconhecer todas as partes necessárias à definição e resolução da matriz (Neto, 1995).

3.3.2 – Restrições

3.3.2.1 – Restrições Técnicas

Englobam as restrições de não utilização de determinadas tecnologias de rega em certos anos, pois no biénio 1987/1988 só a tecnologia tradicional está disponível (Oliveira, 1995); impossibilidade na concretização de determinadas combinações nos parâmetros de rega, número restrito de regas a efectuar em certas tecnologias de rega/classe de solo e escolhas qualitativas do °Brix em determinados anos.

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Trd2 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{Trd2}, b, f, u, r, s, \text{1987}) = 0 \quad (3.3)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{Trd2}, b, f, u, r, s, \text{1988}) = 0 \quad (3.4)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Slg1 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{Slg1}, b, f, u, r, s, \text{1987}) = 0 \quad (3.5)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{Slg1}, b, f, u, r, s, \text{1988}) = 0 \quad (3.6)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Slg2 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{Slg2}, b, f, u, r, s, \text{1987}) = 0 \quad (3.7)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{Slg2}, b, f, u, r, s, \text{1988}) = 0 \quad (3.8)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Piv1 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{Piv1}, b, f, u, r, s, \text{1987}) = 0 \quad (3.9)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Piv1"}, b, f, u, r, s, \text{"1988"}) = 0 \quad (3.10)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Piv2 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Piv2"}, b, f, u, r, s, \text{"1987"}) = 0 \quad (3.11)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Piv2"}, b, f, u, r, s, \text{"1988"}) = 0 \quad (3.12)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Ggt1 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Ggt1"}, b, f, u, r, s, \text{"1987"}) = 0 \quad (3.13)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Ggt1"}, b, f, u, r, s, \text{"1988"}) = 0 \quad (3.14)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Ggt2 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Ggt2"}, b, f, u, r, s, \text{"1987"}) = 0 \quad (3.15)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Ggt2"}, b, f, u, r, s, \text{"1988"}) = 0 \quad (3.16)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Ggt3 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Ggt3"}, b, f, u, r, s, \text{"1987"}) = 0 \quad (3.17)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Ggt3"}, b, f, u, r, s, \text{"1988"}) = 0 \quad (3.18)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Ggt4 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Ggt4"}, b, f, u, r, s, \text{"1987"}) = 0 \quad (3.19)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, \text{"Ggt4"}, b, f, u, r, s, \text{"1988"}) = 0 \quad (3.20)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Ggt5 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, "Ggt5", b, f, u, r, s, "1987") = 0 \quad (3.21)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, "Ggt5", b, f, u, r, s, "1988") = 0 \quad (3.22)$$

Impossibilidade de utilizar a tecnologia Ggt6 em 1987/1988

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, "Ggt6", b, f, u, r, s, "1987") = 0 \quad (3.23)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a, "Ggt6", b, f, u, r, s, "1988") = 0 \quad (3.24)$$

Impossibilidade de escolher a tecnologia tradicional sem furo para os coeficientes de uniformidade de 84% e 92%

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_r \sum_s XX(a, "Trd1", b, f, "84", r, s, t) = 0 \quad (3.25)$$

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_r \sum_s XX(a, "Trd1", b, f, "92", r, s, t) = 0 \quad (3.26)$$

Impossibilidade de escolher a tecnologia tradicional com furo para os coeficientes de uniformidade de 84% e 92%

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_r \sum_s XX(a, "Trd2", b, f, "84", r, s, t) = 0 \quad (3.27)$$

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_r \sum_s XX(a, "Trd2", b, f, "92", r, s, t) = 0 \quad (3.28)$$

Impossibilidade de escolher a tecnologia tradicional sem furo para as áreas adequadamente regadas de 70%, 80% e 90%

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_u \sum_s XX(a, "Trd1", b, f, u, "70", s, t) = 0 \quad (3.29)$$

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_u \sum_s XX(a, "Trd1", b, f, u, "80", s, t) = 0 \quad (3.30)$$

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_u \sum_s XX(a, \text{"Trd1"}, b, f, u, \text{"90"}, s, t) = 0 \quad (3.31)$$

Impossibilidade de escolher a tecnologia tradicional com furo para as áreas adequadamente regadas de 70%, 80% e 90%

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_u \sum_s XX(a, \text{"Trd2"}, b, f, u, \text{"70"}, s, t) = 0 \quad (3.32)$$

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_u \sum_s XX(a, \text{"Trd2"}, b, f, u, \text{"80"}, s, t) = 0 \quad (3.33)$$

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_u \sum_s XX(a, \text{"Trd2"}, b, f, u, \text{"90"}, s, t) = 0 \quad (3.34)$$

Impossibilidade de escolher a tecnologia tradicional por sulcos longos sem furo com a opção coeficiente de uniformidade de 76% e área adequadamente regada de 90%

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, \text{"Slg1"}, \text{"Cl1"}, f, \text{"76"}, \text{"90"}, s, t) = 0 \quad (3.35)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, \text{"Slg1"}, \text{"Cl2"}, f, \text{"76"}, \text{"90"}, s, t) = 0 \quad (3.36)$$

Impossibilidade de escolher a tecnologia tradicional por sulcos longos com furo com a opção coeficiente de uniformidade de 76% e área adequadamente regada de 90%

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, \text{"Slg2"}, \text{"Cl1"}, f, \text{"76"}, \text{"90"}, s, t) = 0 \quad (3.37)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, \text{"Slg2"}, \text{"Cl2"}, f, \text{"76"}, \text{"90"}, s, t) = 0 \quad (3.38)$$

Impossibilidade de escolher para a tecnologia tradicional por sulcos longos, em solos de arneiro, a opção coeficiente de uniformidade de 92% em conjunto com a área adequadamente regada de 60%, 70% e 80%

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, "Slg1", "Cl2", f, "92", "60", s, t) = 0 \quad (3.39)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, "Slg1", "Cl2", f, "92", "70", s, t) = 0 \quad (3.40)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, "Slg1", "Cl2", f, "92", "80", s, t) = 0 \quad (3.41)$$

Impossibilidade de escolher para a tecnologia tradicional por sulcos longos com furo, em solos de arneiro, a opção coeficiente de uniformidade de 92% em conjunto com a área adequadamente regada de 60%, 70% e 80%

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, "Slg2", "Cl2", f, "92", "60", s, t) = 0 \quad (3.42)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, "Slg2", "Cl2", f, "92", "70", s, t) = 0 \quad (3.43)$$

$$\sum_a \sum_f \sum_s XX(a, "Slg2", "Cl2", f, "92", "80", s, t) = 0 \quad (3.44)$$

Impedir que para tecnologias tradicionais com e sem rega, por sulcos longos e sem sulcos longos, em solos de classe 1, se escolha um número de regas superior a 8

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t XX(a, "Trd1", "Cl1", f, u, r, "9", t) = 0 \quad (3.45)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t XX(a, "Trd1", "Cl1", f, u, r, "10", t) = 0 \quad (3.46)$$

:
:

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t XX(a, "Trd1", "Cl1", f, u, r, "21", t) = 0 \quad (3.47)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Trd1"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"22"}, t) = 0 \quad (3.48)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Trd2"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"9"}, t) = 0 \quad (3.49)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Trd2"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"10"}, t) = 0 \quad (3.50)$$

:
:
:

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Trd2"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"21"}, t) = 0 \quad (3.51)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Trd2"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"22"}, t) = 0 \quad (3.52)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Slg1"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"9"}, t) = 0 \quad (3.53)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Slg1"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"10"}, t) = 0 \quad (3.54)$$

:
:
:

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Slg1"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"21"}, t) = 0 \quad (3.55)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Slg1"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"22"}, t) = 0 \quad (3.56)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Slg2"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"9"}, t) = 0 \quad (3.57)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Slg2"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"10"}, t) = 0 \quad (3.58)$$

:
:
:

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Slg2"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"21"}, t) = 0 \quad (3.59)$$

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_t \text{XX}(a, \text{"Slg2"}, \text{"Cl1"}, f, u, r, \text{"22"}, t) = 0 \quad (3.60)$$

Restringir temporalmente a escolha do Brix1 e Brix3

$$\sum_a \sum_c \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,"brix1,u,r,s","1987") = 0 \quad (3.61)$$

$$\sum_a \sum_c \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,"brix1,u,r,s","1988") = 0 \quad (3.62)$$

$$\sum_a \sum_c \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,"brix1,u,r,s","1989") = 0 \quad (3.63)$$

$$\sum_a \sum_c \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,"brix1,u,r,s","1990") = 0 \quad (3.64)$$

e

$$\sum_a \sum_c \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,"brix3,u,r,s","1987") = 0 \quad (3.65)$$

$$\sum_a \sum_c \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,"brix3,u,r,s","1988") = 0 \quad (3.66)$$

$$\sum_a \sum_c \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,"brix3,u,r,s","1989") = 0 \quad (3.67)$$

$$\sum_a \sum_c \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,"brix3,u,r,s","1990") = 0 \quad (3.68)$$

3.3.2.2 – Restrições Económicas

Área máxima passível de ser ocupada pelas variedades de tomate

$$\sum_c \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX("Tom1",c,b,f,u,r,s,t) \leq TOM1LMT(b,t) \quad (3.69)$$

$$\sum_c \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX("Tom2",c,b,f,u,r,s,t) \leq TOM2LMT(b,t) \quad (3.70)$$

$$\sum_c \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX("Tom3",c,b,f,u,r,s,t) \leq TOM3LMT(b,t) \quad (3.71)$$

Balanco das áreas

$$\sum_a \sum_c \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s XX(a,c,b,f,u,r,s,t) \leq SOLOLMT(b,t) \quad (3.72)$$

Custos totais com a mão de obra

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{HMO}(c,t) * \text{CCMOA}(a,t) * \text{XX}(a,c,b,f,u,r,s,t) = \text{THMO}(a,c,t) \quad (3.79)$$

Custos com a plantação

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{PLNT}(c,t) * \text{XX}(a,c,b,f,u,r,s,t) = \text{PLNTC}(a,c,b,t) \quad (3.80)$$

Custos com a apanha

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{PR}(a,c,b,u,r,s,t) * \text{XX}(a,c,b,f,u,r,s,t) * [\text{CLH1A}(c,t) + \text{CLH2A}(c,t)] = \text{APMANC}(a,c,b,t) \quad (3.81)$$

Balanco dos custos de produção

$$\sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{CSAGA}(c,b,t) * \text{XX}(a,c,b,f,u,r,s,t) = \text{PRODC}(a,c,b,t) \quad (3.82)$$

Custos com as transferências entre tecnologias

$$\sum_a \sum_b \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{ITRNSF}(c,t) * \text{XX}(a,c,b,f,u,r,s,t) = \text{TRNSFTEC}(c,t) \quad (3.83)$$

Balanco da área no solo de classe 1

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{XX}(a,c, \text{Cl1}, f,u,r,s,t) = \text{XCL1}(c,t) \quad (3.84)$$

Balanco da área no solo de classe 2

$$\sum_a \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{XX}(a,c, \text{Cl2}, f,u,r,s,t) = \text{XCL2}(c,t) \quad (3.85)$$

3.3.3 – Índices

Os diferentes índices utilizados na formulação do nosso modelo são:

- 1) Actividade Tomate (A) – Diz respeito às três variedades de tomate que o agricultor pode utilizar. Tomate de ciclo curto (Tom1) – ciclo cultural entre 1 de Maio e 10 de Setembro - ; tomate de ciclo médio (Tom2) – ciclo cultural entre 1 de Abril e 25 de Agosto – e tomate de ciclo longo (Tom3) com um ciclo cultural a decorrer entre 10 de Março e 20 de Agosto.
- 2) Tipos de Solo (B) – Diz respeito aos dois tipos de solo possíveis de serem utilizados pelo agricultor, sendo a sua diferenciação baseada na distinta capacidade utilizável. Solos com grande capacidade utilizável correspondem aos solos de várzea (Cl1) de textura mais pesada. solos com pouca capacidade utilizável correspondem a solos de arneiro (Cl2) de textura mais ligeira.
- 3) Tipos de Rega (C) – Foram definidas por Oliveira (1995) as tecnologias de rega passíveis de ser utilizadas pelos empresários agrícolas, e que são: rega tradicional, sem furo, que recorre a plantação e colheita manual (Trd1); rega tradicional, com furo, que recorre a plantação e colheita manual (Trd2); rega tradicional por sulco longo, sem furo, que recorre a plantação e colheita manual (Slg2); rega por pivot, sem furo, que recorre a sementeira e colheita mecânica (Piv1); rega por pivot, com furo, que recorre a sementeira e colheita mecânica (Piv2); rega gota a gota, sem furo, que recorre a plantação e colheita manual (Ggt1); rega gota a gota, com furo, que recorre a plantação e colheita manual (Ggt2); rega gota a gota, sem furo, que recorre a plantação e colheita mecânica (Ggt3); rega gota a gota, com furo, que recorre a plantação e colheita manual (Ggt4); rega gota a gota, sem furo, que recorre a sementeira e colheita mecânica (Ggt5) e, por último, rega gota a gota, com furo, que recorre a sementeira e colheita mecânica (Ggt6).
- 4) Anos (T) – Diz respeito ao intervalo temporal de 8 anos, 1987 a 1994, objecto de estudo do modelo (Oliveira, 1995). No biénio 1987/1988 apenas a tecnologia de rega tradicional está disponível.

- 5) Grau Brix do Tomate (F) – É a divisão qualitativa do tomate, baseado no teor em matéria seca. Foram definidos três escalões de °Brix: Brix1 – teor em matéria seca superior a 4 e inferior a 4.8 - ; Brix2 – teor em matéria seca superior ou igual a 4.8 e inferior a 5.4 e Brix3 – teor em matéria solúvel superior ou igual a 5.4 (Oliveira, 1995).
- 6) Coefficiente de Uniformidade da Rega (U) – Este parâmetro vem expresso em percentagem e toma os valores 76, 84 e 90.
- 7) Área Adequadamente Regada (R) – Parâmetro também expresso em percentagem e toma os valores 60, 70, 80 e 90.
- 8) Número de Regas Efectuadas (S) – Definem diferentes pontos numa função de produção discreta. Podem ser efectuadas até 22 regas.

3.3.4 – Parâmetros e Quadros

3.3.4.1 – Determinação do Valor da Produção/Rendimento Bruto

Parâmetro PR(a,c,b,u,r,s,t)

É a equação que nos permite calcular a produção de tomate. É função da variedade de tomate, classe de solo, tecnologia de rega, coeficiente de uniformidade, número de regas, área adequadamente regada e ano. Toma a forma, proposta por Santos (1996),

$$Y = a + b \cdot \left(\frac{W}{W_m} \right) + c \cdot \left(\frac{W}{W_m} \right)^2 \times Y_m \quad (3.86)$$

em que:

Y = produção de tomate (ton/ha)

Y_m = produção máxima obtida com sistemas uniformes (104 ton/ha)

W = água aplicada ao longo do ciclo cultural que fica disponível para produzir (mm)

W_m = água aplicada ao longo do ciclo cultural para que se atinja a produção máxima (mm)

a, b, c = constantes

Parâmetro COEFAP (u)

É o coeficiente a na função de produção. Depende do coeficiente de uniformidade e toma os valores que vêm expressos no quadro seguinte.

Quadro 3.1 – Valores do coeficiente a , na função de produção.

76	84	92
-0.1920	-0.7054	-1.2075

Fonte: Santos (1996)

Parâmetro COEFBP (u)

É o coeficiente b na função de produção. Depende do coeficiente de uniformidade e toma os valores expressos no quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Valores do coeficiente b , na função de produção.

76	84	92
+1.9313	+3.1273	+4.3537

Fonte: Santos (1996)

Parâmetro COEFCP (u)

É o coeficiente c na função de produção. Depende do coeficiente de uniformidade e toma os valores expressos no quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Valores do coeficiente c , na função de produção.

76	84	92
-0.9135	-1.5223	-2.1829

Fonte: Santos (1996)

Parâmetro PPROD (a)

É um parâmetro produtivo de cada variedade de tomate. Variedades com ciclos produtivos diferentes apresentam produções totais diferentes, pois fotossintetizam (produção do seu próprio alimento) durante intervalos de tempo diferentes. Relativamente ao tomate de ciclo médio, “penalizou-se” o tomate de ciclo curto em 10%. Pelo contrário, para a variedade de ciclo longo considerou-se produzir mais 10% que a variedade de ciclo médio.

Quadro 3.4 – Parâmetros produtivos das variedades de tomate.

Tomate de Ciclo Curto	Tomate de Ciclo Médio	Tomate de Ciclo Longo
0.9	1.0	1.1

Parâmetro BR(a,c,b,u,r,s,t)

É a equação que nos permite determinar o teor em matéria seca do tomate. Os seus valores dependem do ano, classe de solo, tecnologia de rega, coeficientes de uniformidade, área adequadamente regada, número de regas e ano. Santos (1996) propôs a forma geral,

$$^{\circ}\text{Brix} = a + b. e^{\left(\frac{c \times W}{W_m}\right)} \times ^{\circ}\text{Brix}_m \quad (3.87)$$

onde:

$^{\circ}\text{Brix}$ = teor em matéria seca (%)

$^{\circ}\text{Brix}_m$ = teor em matéria seca quando a produção é máxima (%)

W = água aplicada ao longo do ciclo cultural que fica disponível para produzir (mm)

W_m = água aplicada ao longo do ciclo cultural para que se atinja °Brix_m (mm).

Corresponde à ET_{max} .

a, b, c = constantes

Parâmetro COEFAB (u)

É o coeficiente a na função brix. Depende do coeficiente de uniformidade e toma os valores expressos no quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Valores do coeficiente a, na função brix.

76	84	92
-18.5308	-8.6297	-17.2642

Fonte: Santos (1996)

Parâmetro COEFBB (u)

É o coeficiente b na função brix. Depende do coeficiente de uniformidade e toma os valores expressos no quadro 3.6.

Quadro 3.6 – Valores do coeficiente b, na função brix.

76	84	92
+20.1870	+10.2324	+18.6739

Fonte: Santos (1996)

Parâmetro COEFB (u)

É o coeficiente c na função brix. Depende do coeficiente de uniformidade e toma os valores expressos no quadro 3.7.

Quadro 3.7 – Valores do coeficiente c , na função brix.

76	84	92
-0.02677	-0.05293	-0.022108

Fonte: Santos (1996)

Quadro ETMAX(a,t)

É a evapotranspiração máxima verificada em cada ano e variedade. Os valores vêm em mm/ha e encontram-se registados no anexo 2. Estes valores são introduzidos na função de produção e na função brix.

Quadro IAGUA(c,b,s,t)

É a água infiltrada no solo que realmente fica disponível à planta para produzir em mm. Depende do tipo de solo, tecnologia de rega, número de regas e do ano. Os valores deste quadro vêm no anexo 4. Estes valores são introduzidos na função de produção e função brix (W).

Quadro PP(f,t)

Dá-nos os acréscimos que se verificam nos preços dos escalões dos °Brix, em cada ano, relativamente ao Brix1 (brix menos qualitativo). São valores adaptados de Oliveira (1995) e podem ser consultados no quadro 3.8.

Quadro 3.8 - Acréscimos nos preços dos escalões dos °brix para cada ano, em milhares de escudos por tonelada.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
brix1	10.58	12.617	13.941	16.134	16.111	17.435	18.822	18.253
brix2	0	0	0	0	1.307	0.918	0.99	0.96
brix3	0	0	0	0	1.307	0.918	0.99	0.96

Fonte: Adaptado de Oliveira (1995)

Parâmetro Preço(a,c,b,f,u,r,s,t)

Dá-nos o preço actualizado pelo factor de actualização, de cada tonelada de tomate produzido. Depende da variedade de tomate, tecnologia de rega, classe de solo, °Brix, coeficiente de uniformidade, área adequadamente regada, número de regas e ano. Toma a forma genérica,

$$\text{Preço} = (A + A' + A'') \times (1+0.12)^t \quad (3.88)$$

em que

A = preço pago ao produtor, por tonelada de tomate que atinge o escalão inferior do °Brix

A' = acréscimo que se verifica no preço, se a produção atingir o segundo escalão

A'' = acréscimo que se verifica no preço, se a produção atingir o escalão superior do °Brix (brix3).

$(1+0.12)^t$ = factor de actualização, para cada ano, na qual 0,12 é a taxa de actualização utilizada.

Parâmetro VALOR(a,c,b,f,u,r,s,t)

Permite-nos obter o valor comercial da produção/rendimento bruto. É função da variedade de tomate, tecnologia de rega, classe de solo, °Brix, coeficiente de uniformidade, área adequadamente regada, número de regas e ano. Expressa-se em milhares de escudos e genericamente podemos escrever como

$$\text{Valor Comercial da Produção} = \text{Produção} * \text{Preço Actualizado} \quad (3.89)$$

3.3.4.2 – Custos Variáveis Totais

Quadro AAGUA(c,b,u,r,s,t)

São as dotações de água aplicada ao solo, em mm por ha. Dependem da tecnologia de rega, classe de solo, coeficiente de uniformidade, área adequadamente regada, número de regas e ano.

Os valores deste quadro podem ser consultados no anexo 5.

Parâmetro CAM(t)

Definem os custos que se têm com a água aplicada para produzir. Depende do ano. Os valores, vêm expressos em milhares de escudos por mm e podem ser consultados no quadro 3.9. Aplicando o factor de actualização a estes valores obtemos os custos com a água actualizados.

Quadro 3.9 - Custos com a água, em milhares de escudo por mm, por ano.

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
0.01	0.0108	0.0117	0.012	0.0143	0.0157	0.01635	0.017

Parâmetro CAS(t)

São os custos em termos de sobretaxa, pela utilização da água fornecida pela Associação de Regantes do Vale do Sorraia . Estes custos encontram-se no quadro 3.10, têm como unidade milhares de escudos por ha e dependem do ano. Estes custos são posteriormente actualizados.

Quadro 3.10 - Custos com a água, em termos de sobretaxa, por ano. Valores em milhares de escudos por ha.

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
3.7	4.0	4.35	3.5	4.5	4.95	4.2	12.5

Quadro CSAG(c,b,t)

Comportam os custos com a preparação do terreno, operações culturais, adubos, agro-químicos, transportes e outros custos. Vêm retratados no quadro 3.11. Dependem da tecnologia de rega, classe de solo e do ano e vêm expressos em milhares de escudos por ha. Estes custos são posteriormente actualizados.

Quadro 3.11 – Custos de produção por tecnologia de rega, classe de solo e ano. Valores em milhares de escudos por ha.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
TRD1.CL1	217.555	238.239	379.652	411.76	448.8	495.6	542.89	598.294
TRD2.CL1			379.652	411.76	448.8	495.6	542.89	598.294
SLG1.CL1			383.572	415.88	453.02	500.14	547.65	603.294
SLG2.CL1			383.572	415.88	453.02	500.14	547.65	603.294
PIV1.CL1			339.532	369.5	404.17	448.77	493.94	546.89
PIV2.CL1			339.532	369.5	404.17	448.77	493.94	546.89
GGT1.CL1			353.182	413.82	450.86	497.87	545.27	600.794
GGT2.CL1			353.182	413.82	450.86	497.87	545.27	600.794
GGT3.CL1			337.572	397.42	433.56	479.67	526.27	580.844
GGT4.CL1			337.572	397.42	433.56	479.67	526.27	580.844
GGT5.CL1			337.572	397.42	433.56	479.67	526.27	580.844
GGT6.CL1			337.572	397.42	433.56	479.67	526.27	580.844
TRD1.CL2	182.555	198.239	331.652	361.76	398.7	445.6	487.89	537.794
TRD2.CL2			331.652	361.76	398.7	445.6	498.89	537.794
SLG1.CL2			335.572	365.88	403.02	450.14	492.65	542.794
SLG2.CL2			335.572	365.88	403.02	450.14	492.65	542.794
PIV1.CL2			291.532	319.5	354.17	398.77	438.94	486.39
PIV2.CL2			291.532	319.5	354.17	398.77	438.94	486.39
GGT1.CL2			305.182	363.82	400.86	447.87	490.27	540.294
GGT2.CL2			305.182	363.82	400.86	447.87	490.27	540.294
GGT3.CL2			289.572	347.42	383.56	429.67	471.27	520.344
GGT4.CL2			289.572	347.42	383.56	429.67	471.27	520.344
GGT5.CL2			289.572	347.42	383.56	429.67	471.27	520.344
GGT6.CL2			289.572	347.42	383.56	429.67	471.27	520.344

Quadro PLNT(c,t)

Englobam os custos com as operações culturais com os adubos e agro-químicos e custos diversos antes e durante a plantação. Dependem da tecnologia de rega e do ano. Encontram-se em milhares de escudos por ha e são posteriormente actualizados.

Quadro 3.12 – Custos com a plantação por tecnologia de rega e ano em milhares de escudos por ha.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
TRD1	32.459	37.037	88.67	93.8	102.2	112.1	121.1	131.5
TRD2			88.67	93.8	102.2	112.1	121.1	131.5
SLG1			88.67	93.8	102.2	112.1	121.1	131.5
SLG2			88.67	93.8	102.2	112.1	121.1	131.5
PIV1			44	46.6	50.98	56.6	60.62	64.98
PIV2			44	46.6	50.98	56.6	60.62	64.98
GGT1			88.67	93.8	102.2	112.1	121.1	131.5
GGT2			88.67	93.8	102.2	112.1	121.1	131.5
GGT3			88.67	93.8	102.2	112.1	121.1	131.5
GGT4			88.67	93.8	102.2	112.1	121.1	131.5
GGT5			44	46.6	50.98	56.6	60.62	64.98
GGT6			44	46.6	50.98	56.6	60.62	64.98

Quadro CCMO(a,t)

Define os custos com a mão de obra, por variedade de tomate e por ano em milhares de escudo por hectare. Estes custos são posteriormente actualizados.

Quadro 3.13 – Custos com a mão de obra, em milhares de escudos, por variedade e ano.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Tom1	0.181	0.249	0.324	0.36	0.3969	0.4366	0.475	0.514
Tom2	0.181	0.249	0.324	0.36	0.3969	0.4366	0.475	0.514
Tom3	0.181	0.249	0.324	0.36	0.3969	0.4366	0.475	0.514

Quadro HMO(c,t)

Diz respeito às horas de mão de obra envolvidas com a sacha, distribuição de adubo, aplicação de herbicida, mondas e montagens relacionadas com a rega. Variam com a tecnologia e o ano e expressam-se em horas/ha.

Quadro 3.14 – Horas de mão de obra requerida por ha para cada tecnologia de rega.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Trd1	450	450	450	450	450	450	450	450
Trd2			450	450	450	450	450	450
Slg1			125	125	125	125	125	125
Slg2			125	125	125	125	125	125
Piv1			25	25	25	25	25	25
Piv2			25	25	25	25	25	25
Ggt1			75	75	75	75	75	75
Ggt2			75	75	75	75	75	75
Ggt3			75	75	75	75	75	75
Ggt4			75	75	75	75	75	75
Ggt5			20	20	20	20	20	20
Ggt6			20	20	20	20	20	20

Quadro CLH1(c,t)

Dá-nos os custos com a apanha manual, em milhares de escudos por tonelada, por tecnologia de rega e ano. Estes custos são posteriormente actualizados.

Quadro 3.15 – Custos com a apanha manual, em milhares de escudos por tonelada.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Trd1	1.542	2.32	3.333	3.648	3.93	4.232	4.514	4.786
Trd2			3.333	3.648	3.93	4.232	4.514	4.786
Slg1			3.333	3.648	3.93	4.232	4.514	4.786
Slg2			3.333	3.648	3.93	4.232	4.514	4.786
Ggt1			3.333	3.648	3.93	4.232	4.514	4.786
Ggt2			3.333	3.648	3.93	4.232	4.514	4.786

Quadro CLH2(c,t)

Quadro em tudo semelhante ao anterior, mas com a variante de dizer respeito aos custos com a apanha mecânica. Estes custos são depois actualizados.

Quadro 3.16 – Custos com a apanha mecânica, em milhares de escudos por tonelada.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Piv1			3.46	3.7	3.88	4.06	4.24	4.42
Piv2			3.46	3.7	3.88	4.06	4.24	4.42
Ggt3			3.46	3.7	3.88	4.06	4.24	4.42
Ggt4			3.46	3.7	3.88	4.06	4.24	4.42
Ggt5			3.46	3.7	3.88	4.06	4.24	4.42
Ggt6			3.46	3.7	3.88	4.06	4.24	4.42

Quadro ITRNSF(c,t)

Representa os custos, em milhares de escudos por hectare, com as transferências entre tecnologias em cada ano. Estes custos são actualizados através do factor de actualização.

Quadro 3.17 - Custos com a transferência entre tecnologias, em milhares de escudos por ha, para cada ano.

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Slg1	12.972	14.2692	16.4096	18.05	20.758	23.871
Slg2	79.031	80.3282	82.9996	84.109	86.817	89.93
Piv1	132.118	132.118	132.118	132.118	132.118	132.118
Piv2	198.177	198.177	198.177	198.177	198.177	198.177
Ggt1	96.712	100.437	104.35	108.562	112.773	116.985
Ggt2	162.771	166.496	170.409	184.621	178.832	183.044
Ggt3	96.712	100.437	104.35	108.562	112.773	116.985
Ggt4	162.771	166.496	170.409	184.621	178.832	183.044
Ggt5	96.712	100.437	104.35	108.562	112.773	116.985
Ggt6	162.771	166.496	170.409	184.621	178.832	183.985

3.3.5 – Variáveis Exógenas - Disponibilidades de Recursos

Quadro SOLOLMT(b,t)

Representa as disponibilidades, em termos de área, de cada classe de solo em cada ano. Os valores variam consoante os cenários propostos.

Quadro 3.18 – Área disponível para cada classe de solo (cenário mais restritivo em termos de área).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
C11	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
C12	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

Quadro Tom1LMT(b,t)

Área máxima que a actividade tomate de ciclo curto pode ocupar, para cada tipo de solo. Os valores podem variar de acordo com o cenário.

Quadro 3.19 - Área máxima passível de ser ocupada pela variedade tomate de ciclo curto, para cada classe de solo.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
C11	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
C12	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

Quadro Tom2LMT(b,t)

Área máxima que a actividade tomate de ciclo médio pode ocupar, para cada tipo de solo. Os valores podem variar de acordo com o cenário.

Quadro 3.20 - Área máxima passível de ser ocupada pela variedade tomate de ciclo médio, para cada classe de solo.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
C11	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
C12	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

Quadro Tom3LMT(b,t)

Área máxima que a actividade tomate de ciclo longo pode ocupar, para cada tipo de solo. Os valores podem variar de acordo com o cenário.

Quadro 3.21 - Área máxima passível de ser ocupada pela variedade tomate de ciclo longo, para cada classe de solo.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
C11	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
C12	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

Parâmetro AGLIM(t)

Representa as disponibilidades de água fornecida pela associação de regantes em cada ano. O valor varia de acordo com os diferentes cenários propostos. Toma o valor 4500 mm quando este factor de produção é restritivo.

Parâmetro AFURO(t)

É o valor máximo de água, em mm, que o agricultor pode utilizar recorrendo a um pequeno furo artesiano. O valor estabelecido pode ser consultado no quadro 3.22.

Quadro 3.22 - Água que o agricultor pode retirar de um pequeno furo (em mm).

1989	1990	1991	1992	1993	1994
1500	1500	1500	1500	1500	1500

Quadro HMOLIM(a,t)

Define o número de horas de mão de obra disponíveis para cada variedade de tomate, por ano . Os valores utilizados dependem dos cenários propostos. Quando este factor de produção é restritivo toma o valor 200, 350 e 500 horas para, respectivamente, tomate de ciclo curto, tomate de ciclo médio e tomate de ciclo longo.

As variáveis Sololmt, Tom1lmt, Tom2lmt, Tom3lmt e Aglim são adaptadas de Oliveira (1995).

3.3.6 – Variáveis de Decisão

Representam a selecção de cada actividade escolhida e o respectivo nível de intensidade determinado pelo modelo.

Z

É o rendimento total obtido pelo agricultor ao longo do período de tempo em análise.

NR(t)

Margem bruta obtida em cada ano.

XX(a,c,b,f,u,r,s,t)

Nível de actividade em que é realizada cada actividade escolhida.

XCL1(c,t)

Área cultivada nos solos de várzea, por tecnologia, em cada ano.

XCL2(c,t)

Área cultivada nos solos de arneiro, por tecnologia, em cada ano.

AGGT(a,c,b,t)

Total de água aplicada por actividade, classe de solo, tecnologia e ano.

AGCTOT(c,b,t)

Custos com a água por tecnologia, tipo de solo e ano.

PLNTC(a,c,b,t)

Custos com a plantação, por actividade, tecnologia, classe de solo e ano.

THMO(a,c,t)

Total de mão de obra utilizada por actividade, tecnologia de rega e ano.

TOTCMO(a,c,b,t)

Custos com a mão de obra (não inclui a apanha) por actividade, classe de solo, tecnologia e ano.

APANHAC(a,c,b,t)

Custos com a apanha, manual ou mecânica, por variedade de tomate, tecnologia de rega, classe de solo e ano.

PRODC(a,c,b,t)

Custos de produção por variedade de tomate, tecnologia de rega, classe de solo e ano.

TRNSFTEC(c,t)

Custos com a transferência entre tecnologias, por ano.

3.4 – Formulação do Modelo com Risco

3.4.1 – Índices

O modelo com risco inclui exactamente os mesmos índices que o modelo sem risco, verificando-se um acréscimo de mais dois índices:

- 1) Contadores dos Desvios Negativos (y) – Como o nome indica, para cada ano, 1989 a 1994, contam o valor dos desvios negativos em relação à média de cada actividade.
- 2) Desvio Total (desvtot) – Permite-nos obter a soma total dos desvios negativos.

No que concerne ao índice que diz respeito ao período de tempo (t), apenas se considerou o intervalo 1989/1994. Tal decisão é baseada no facto de no biénio 1987/1988 ser inexequível a opção por tecnologias de rega que não a tradicional sem furo.

3.4.2 – Parâmetros e Quadros

Os parâmetros e quadros são os mesmos dos utilizados no modelo sem risco, no entanto, é feita uma abordagem aos desvios de cada actividade, para posterior introdução no estudo do risco.

Parâmetro MB(a,c,b,f,u,r,s,t)

É a margem bruta de cada actividade. Depende da variedade de tomate, tecnologia de rega, classe de solo, grau brix, coeficiente de uniformidade, área

adequadamente regada, número de regas efectuadas e ano. Genericamente pode ser escrita como:

$$\begin{aligned} \text{Margem Bruta} = & \text{Valor actualizado da produção} \\ & - \text{custos actualizados com a água} \\ & - \text{custos actualizados com a sobretaxa de água} \\ & - \text{custos actualizados de produção} \\ & - \text{custos actualizados de plantação} \\ & - \text{custos actualizados com a mão de obra} \\ & - \text{custos actualizados com a apanha} \\ & - \text{custos actualizados de transferência entre tecnologias} \end{aligned} \quad (3.90)$$

Parâmetro MBMEDIA(a,c,b,f,u,r,s)

É a margem bruta média de cada actividade. É função da variedade de tomate, tecnologia de rega, classe de solo, grau brix, coeficiente de uniformidade, área adequadamente regada e número de regas. Pode ser definida como,

$$\text{Margem Bruta Média} = \frac{\sum \text{Margem Bruta}}{\text{N}^\circ \text{ de Anos}} \quad (3.91)$$

Parâmetro DIF(a,c,b,f,u,r,s,t)

São os desvios para a margem bruta média, de cada actividade. Depende da variedade de tomate, tecnologia de rega, classe de solo, grau brix, coeficiente de uniformidade, área adequadamente regada, número de regas e ano. Pode ser escrita, para cada actividade, sob a forma,

$$\text{DIF} = \text{MB} - \text{MB}_m \quad (3.92)$$

em que

DIF = desvio

MB = margem bruta de cada actividade para um dado ano

MB_m = margem bruta média

Quadro DN(t,y)

Diz respeito aos desvios negativos em cada ano.

Quadro 3.23 - Desvios em cada ano.

	y1	y2	y3	y4	y5	y6
1989	1					
1990		1				
1991			1			
1992				1		
1993					1	
1994						1

Quadro DT(desvtot,y)

É a quadro que nos permite calcular os desvios totais.

Quadro 3.24 – Quadro dos desvios totais.

	y1	y2	y3	y4	y5	y6
desv	1	1	1	1	1	1

3.4.3 – Variáveis de Decisão

Comparativamente ao modelo sem risco, no modelo com risco verifica-se a introdução de uma nova variável:

Variável EN(y)

Define os estados de natureza e depende do contador dos desvios negativos.

As restantes variáveis de decisão definem as actividades escolhidas assim como o seu nível de actividade. No modelo com risco estas variáveis estão definidas em termos médios, *i.e.*, não dependem do ano.

3.4.4 – Equações

As equações no modelo com risco são basicamente as mesmas que no modelo sem risco, no entanto são definidas em termos médios. As variáveis de decisão, no modelo com risco, que se encontram nas equações não são função do ano. No entanto, verifica-se uma reformulação da função objectivo e a introdução de duas novas equações.

Rendimento

É definida como:

$$\sum_a \sum_c \sum_b \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{MBMEDI A}(a,c,b,f,u,r,s) * \text{XX}(a,c,b,f,u,r,s) = Z \quad (3.93)$$

Risco para cada ano

Toma a forma

$$\sum_a \sum_c \sum_b \sum_f \sum_u \sum_r \sum_s \text{XX}(a,c,b,f,u,r,s) * \text{DIF}(a,c,b,f,u,r,s) + \sum_y \text{EN}(y) * \text{DN}(t,y) \geq 0 \quad (3.94)$$

Desvio total

DESVIO(desvtot)

que pode ser escrita recorrendo à expressão:

$$\sum_y EN(y)*DT(desvtot,y) \leq \lambda \quad (3.95)$$

na qual λ é parametrizado.

4. Resultados

4. Resultados

4.1 - Modelo sem Risco

4.1.1 - Modelo Sujeito à Restrição da Área Cultivável

Neste modelo considerou-se que a disponibilidade de solo tipo várzea e de solo tipo arneiro é, respectivamente, 9 ha e 4,5 ha. Os factores de produção água e mão de obra foram considerados como existindo em quantidades ilimitadas. Os resultados obtidos encontram-se sintetizados no quadro 4.1.

Dadas as restrições temporais na disponibilidade das tecnologias de rega, nos anos de 1987/1988 é escolhido, de uma forma obrigatória, a tecnologia tradicional sem furo e com plantação e apanha manual (Trd1). O número de regas efectuadas no ano de 1987 para o solo de várzea é 7, e no ano de 1988, 6. No arneiro, e para os mesmos anos, é de 20 e 18. Semelhante escolha do modelo é facilmente explicável se tivermos em conta que o ano de 1987 regista uma ETmax superior ao 1988, sendo, como tal, necessário fornecer mais água para que se verifique uma mesma produção. Nestes anos só a variedade de tomate de ciclo curto é escolhida. Esta variedade é menos exigente em água e, embora menos produtiva, os menores custos com a água parecem explicar tal opção do modelo.

A partir de 1989 todas as tecnologias de rega estão disponíveis. No entanto, a opção do modelo é clara: rega gota a gota que recorre a sementeira e apanha mecânica. Os parâmetros qualitativos das regas escolhidos são CU de 92% e AAR de 60%. A combinação destes parâmetros permite a introdução de menos água em cada rega (tendo em conta uma combinação tecnologia-CU-AAR), para que um determinado valor de água disponível para produzir se atinja. Obviamente há menos custos com a água e pode-se produzir mais com um mesmo valor de consumo de água. Também nestes anos só a variedade de ciclo curto é a escolhida. Existe agora a escolha de 2 graus brix, brix1 e brix2. Uma clara opção produtiva em detrimento da qualidade, já que a escolha do brix1 se verifica quando existe uma diferenciação na remuneração da qualidade do tomate (a partir de 1991). O número de regas escolhidas está, mais uma vez, dependente das características atmosféricas de cada ano. Em anos menos húmidos o modelo optou por um maior número de regas.

Quadro 4.1 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrição o solo.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Margem Bruta (10³ escudos)	15481	15486	18342	19628	16042	15961	15281	11781
Actividade (ha) - Tom.Tecn.Solo.Brix.CU.AAR.Regas								
Tom1.Trd1.C11.Brix2.76.60.6		9.0						
Tom1.Trd1.C11.Brix2.76.60.7	9.0							
Tom1.Trd1.C12.Brix2.76.60.18		4.5						
Tom1.Trd1.C12.Brix2.76.60.20	4.5							
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.18					9.0		9.0	
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.19						9.0		9.0
Tom1.Ggt5.C11.Brix2.92.60.17			9.0					
Tom1.Ggt5.C11.Brix2.92.60.18				9.0				
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.18					4.5		4.5	
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19						4.5		4.5
Tom1.Ggt5.C12.Brix2.92.60.17			4.5					
Tom1.Ggt5.C12.Brix2.92.60.18				4.5				
Total Água Aplicada (mm) -Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.C11	7875	6750						
Tom1.Trd1.C12	4500	4050						
Tom1.Ggt5.C11			5462	5783	5783	6105	5783	6105
Tom1.Ggt5.C12			2731	2892	2891	3052	2892	3052
Total de Mão de obra (horas) - Tomate.Tecnologia								
Tom1.Trd1	6075	6075						
Tom1.ggt5			270	270	270	270	270	270
Custos de Produção (10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.C11	4329	4232						
Tom1.Trd1.C12	1816	1761						
Tom1.Ggt5.C11			5354	5628	5482	5415	5305	5228
Tom1.Ggt5.C12			2296	2460	2424	2425	2375	2342
Custos com a Água (10³ escudos) - Tecnologia.Solo								
Trd1.C11	112	109						
Trd1.C12	62	62						
Ggt5.C11			103	105	123	140	132	216
Ggt5.C12			52	52	62	70	66	108
Custos com a Plantação(10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.C11	292	333						
Tom1.Trd1.C12	146	167						
Tom1.Ggt5.C11			396	419	458	509	546	585
Tom1.Ggt5.C12			198	210	229	255	273	292
Custos com a Apanha (10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.C11	2890	3869						
Tom1.Trd1.C12	1445	1941						
Tom1.Ggt5.C11			6551	6198	5775	5466	5030	4742
Tom1.Ggt5.C12			3276	3099	2887	2733	2515	2371

Fonte: resultados do modelo.

Comparativamente ao modelo proposto por Oliveira (1995), e em igualdade de circunstâncias – mesmo valor para a restrição solo e mesmo factor de actualização – nota-se que a margem bruta obtida é superior em todos os anos, graças a uma função de produção que pode chegar a atingir 90-100 ton, motivando receitas brutas muito superiores. A Fig. 4.1 mostra-nos, graficamente, as margens brutas obtidas pelos diferentes modelos.

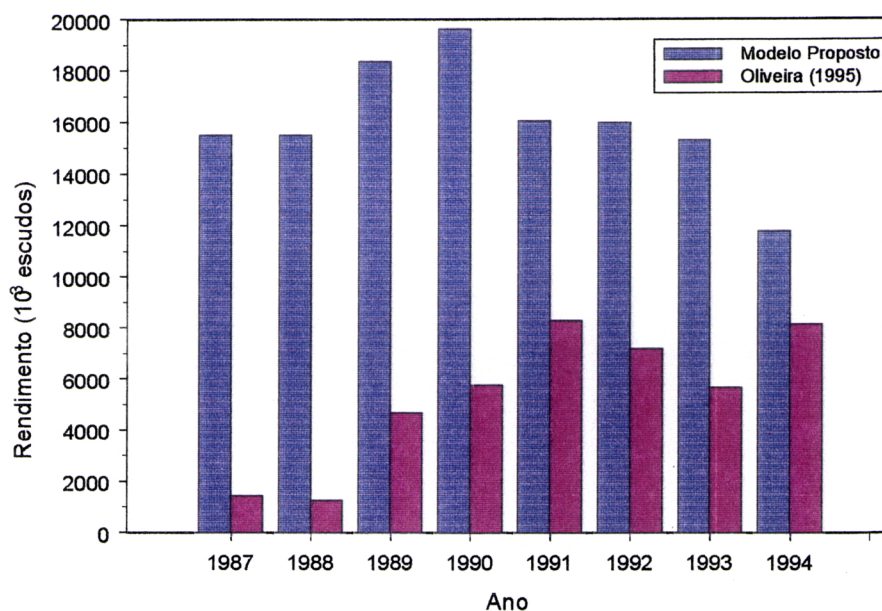


Fig. 4.1 – Margens brutas obtidas, para cada ano, pelo modelo proposto e Oliveira (1995).

No que diz respeito ao consumo de água o modelo proposto tem um gasto superior nos solos de classe 1 em todos os anos, há excepção do ano de 1988 em que tem um valor rigorosamente igual (6750 mm) e nos anos de 1991 e 1993, em que é inferior. Nos solos de classe 2, e para os anos de 1987/1988, o modelo de Oliveira (1995) requer a aplicação de um menor volume de água mas, posteriormente a 1988, este modelo é mais exigente em termos de total de água gasta. A tecnologia tradicional Trd1 é mais exigente no modelo por nós proposto. A Fig.4.2 permite-nos visualizar o total de água aplicada, por tipo de solo, nos dois modelos em questão.

Em termos de mão de obra o modelo que propomos tem rigorosamente o mesmo nível de utilização, para os anos de 1987/1988, que o modelo de Oliveira (1995). Tal faz sentido, pois as mesmas áreas e as mesmas tecnologias são escolhidas nos 2 modelos. A partir de 1989 em diante o modelo por nós proposto requer muito menos mão de obra,

dada a escolha universal da tecnologia gota a gota em que todas as operações culturais são mecanizadas. A Fig. 4.3 retrata-nos o atrás afirmado.

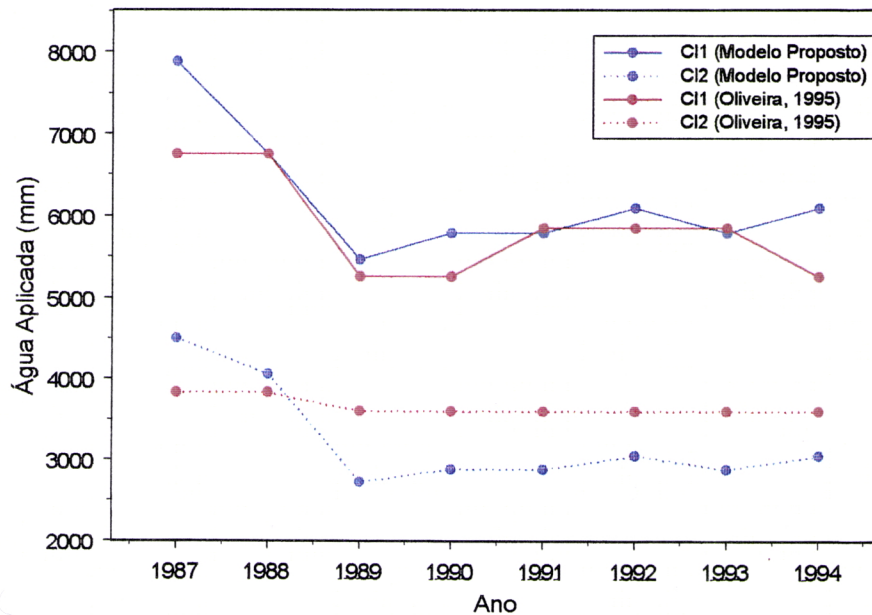


Fig. 4.2 – Consumo de água em cada ano, no modelo proposto e Oliveira (1995).

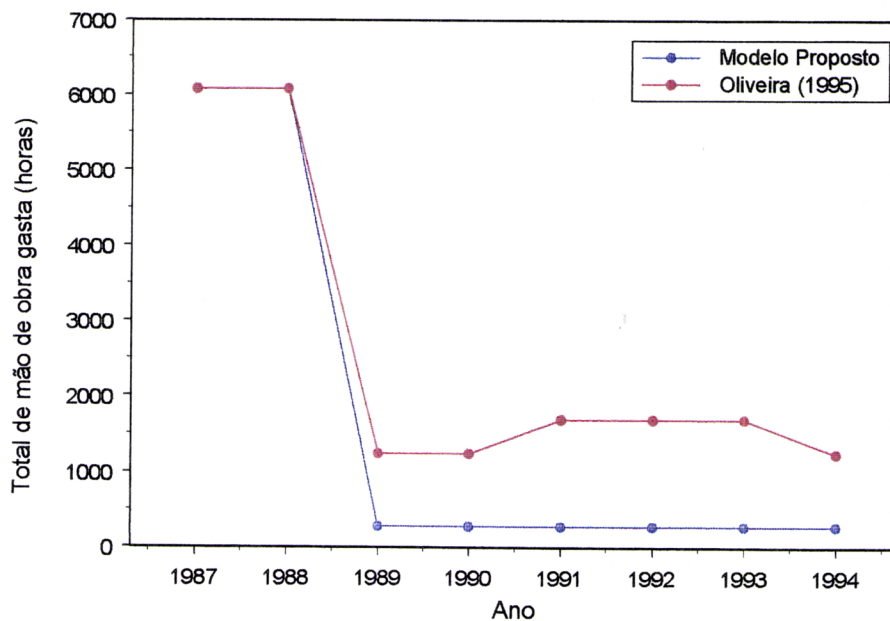


Fig. 4.3 – Mão de obra requerida, em cada ano, no modelo proposto e Oliveira (1995).

4.1.2 - Modelo Sujeito à Restrição da Área Cultivável e Disponibilidade de Água

Neste cenário continua a verificar-se uma limitação na área cultivável de 9 ha para o solo de várzea e 4.5 ha para o solo de arneiro. Concomitantemente existe uma imposição ao uso da água por parte da associação de regantes do vale do Sorraia de 4500 mm (Oliveira, 1995) e uma disponibilidade de 1500 mm através, do que se pode considerar, um pequeno furo.

Os resultados obtidos encontram-se registados no quadro 4.2. Nos anos de 1987/1988 pode verificar-se que o modelo opta por cultivar somente nos solos de várzea, e ainda assim somente em 80% da área disponível. De notar também que o número de regas efectuadas é agora de 5, inferior ao número de regas quando a água não constitui uma limitação. Ou seja, há que optar por menores consumos de água.

A partir de 1989 verifica-se que a área de arneiro é integralmente utilizada, enquanto que a várzea vê a sua ocupação do solo variar entre os 74% (1989) e os 54% (1994). Esta percentagem pode ser explicada pelo valor da evapotranspiração máxima verificada em cada um dos anos. Em 1989 a evapotranspiração máxima atingiu o valor mais baixo, portanto, para que se atinja um determinado nível de produção não é necessário fornecer tanta água como no ano de 1994, em que o valor da $ET_{máx}$ atingiu o valor mais elevado. Assim, há um menor consumo de água por ha e é possível utilizar mais hectares. Esta explicação é também corroborada se olharmos para o número de regas efectuadas em cada ano no solo de classe 1. O número de regas é sempre inferior no ano de 1989 quando comparamos com o ano de 1994. O solo tipo arneiro é o “preferido” nestes anos (1989/1994) porque requer o mesmo consumo de água que o solo de melhor qualidade – devido à tecnologia de rega escolhida (Ggt5 e Ggt6) – mas apresenta custos de produção inferiores (custos de mobilização). Nos anos de 1987/1988, em que só a tecnologia Trd1 está disponível, estão associados custos de produção muito elevados, mas os custos com a água – devido aos maiores gastos com este *input* – são superiores no solo tipo arneiro do que na várzea. Razão porque os solos de melhor qualidade são os escolhidos em detrimento dos solos de classe 2. Mais uma vez o coeficiente de uniformidade de 92% e uma área adequadamente regada de 60% foi a opção escolhida, a partir de 1989. Esta opção é a mais produtiva para cada nível de água fornecida ao solo e realmente disponível para a planta. A variável brix obtida para cada actividade de tomate/ano torna a reforçar uma opção produtiva, mesmo em condições de escassez de água.

Quadro 4.2 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrição o solo e a água.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Margem bruta (10³ escudos)	6875	7380	13643	13660	11075	10607	10579	7782
Actividade (ha) - Tom. Tecn. Solo. Brix. CU. AAR. Regas								
Tom1. Trd1. C11. Brix2.76.60.5	7.2	7.2						
Tom1. Ggt5. C11. Brix1.92.60.17					5.386	5.386	5.386	
Tom1. Ggt5. C11. Brix1.92.60.18								2.503
Tom1. Ggt5. C11. Brix2.92.60.15			3.903					
Tom1. Ggt5. C11. Brix2.92.60.16				5.850				
Tom1. Ggt5. C12. Brix1.92.60.17					2.028	2.028	2.028	
Tom1. Ggt5. C12. Brix1.92.60.18								4.5
Tom1. Ggt5. C12. Brix2.92.60.15			4.5					
Tom1. Ggt5. C12. Brix2.92.60.16				2.028				
Tom1. Ggt6. C11. Brix1.92.60.18								2.334
Tom1. Ggt6. C11. Brix2.92.60.15			2.801					
Tom1. Ggt6. C12. Brix1.92.60.17					2.472	2.472	2.472	
Tom1. Ggt6. C12. Brix2.92.60.17				2.572				
Total Água Aplicada (mm) - Tomate. Tecnologia. Solo								
Tom1. Trd1. C11	4500	4500						
Tom1. Ggt5. C11			2090	3341	3269	3269	3269	1608
Tom1. Ggt5. C12			2410	1159	1231	1231	3269	2892
Tom1. Ggt6. C11			1500					1500
Tom1. Ggt6. C12				1500	1500	1500	1500	
Total de Mão de obra (horas) - Tomate. Tecnologia								
Tom1. Trd1	3240	3240						
Tom1. Ggt5			168	158	148	148	148	140
Tom1. Ggt6			56	49	49	49	49	47
Custos de Produção (10³ escudos) - Tomate. Tecnologia. Solo								
Tom1. Trd1. C11	3463	3386						
Tom1. Ggt5. C11			2322	3658	3281	3241	3175	1458
Tom1. Ggt5. C12			2296	1109	1093	1093	1071	2342
Tom1. Ggt6. C11			1666					1356
Tom1. Ggt6. C12				1351	1332	1332	1304	
Custos com a Água (10³ escudos) - Tecnologia. Solo								
Trd1. C11	72	77						
Ggt5. C11			41	63	71	78	76	59
Ggt5. C12			48	22	27	29	29	105
Ggt6. C11			30					55
Ggt6. C12				28	33	36	35	
Custos com a Plantação (10³ escudos) - Tomate. Tecnologia. Solo								
Tom1. Trd1. C11	234	267						
Tom1. Ggt5. C11			172	273	275	305	327	167
Tom1. Ggt5. C12			198	95	103	115	123	292
Tom1. Ggt6. C11			123					152
Tom1. Ggt6. C12				115	126	140	150	

Quadro 4.2 - Continuação

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Custos com a Apanha (10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.C11	2100	2937						
Tom1.Ggt5.C11			2688	3788	3364	3117	2930	1294
Tom1.Ggt5.C12			3098	1314	1267	1174	1103	2326
Tom1.Ggt6.C11			1929					1206
Tom1.Ggt6.C12				1660	1543	1430	1344	

Fonte: resultados do modelo

Em termos de margem bruta os resultados do modelo são consideravelmente superiores aos obtidos por Oliveira (1995) (c.f. Fig. 4.4) mas inferiores aos registados quando a água não constitui uma restrição. Existe também uma diferenciação clara nas tecnologias adoptadas. Não obstante ser igual a tecnologia de rega adoptada pelo nosso modelo e pelo modelo de Oliveira (1995) para os anos de 1987/1988, verifica-se posteriormente, por parte do nosso modelo, a opção totalmente mecanizada da gota a gota, com e sem furo, enquanto que em Oliveira (1995) são escolhidas tecnologias mais requerentes em mão de obra, como é o caso da gota a gota com plantação e apanha manual e os sulcos longos com apanha manual e sementeira, ambas com e sem furo.

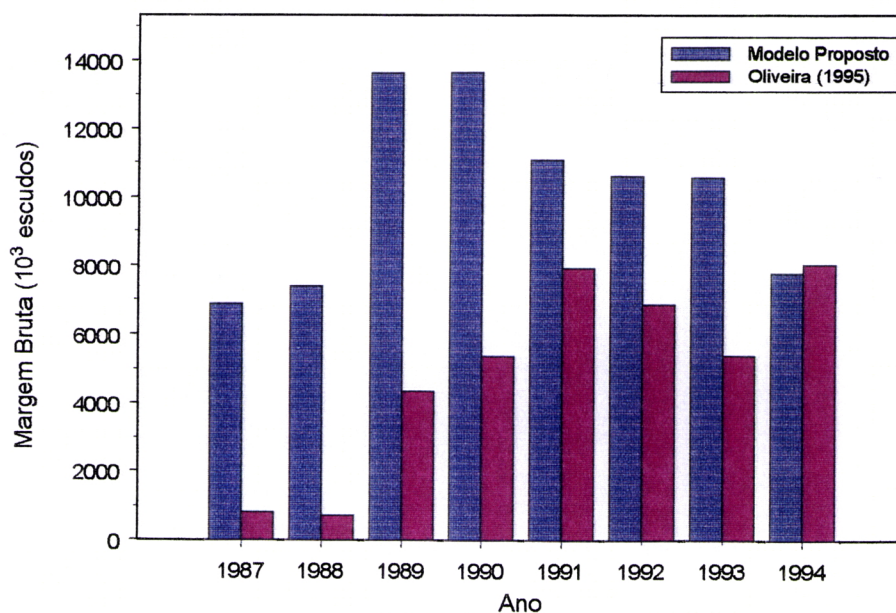


Fig. 4.4 – Margens brutas obtidas, para cada ano, pelo modelo proposto e Oliveira (1995) em condições de restrição de solo e água.

Os níveis de mão de obra utilizada são inferiores aos do modelo que tem como restrição apenas o solo (porque nem toda a área da várzea é utilizada), e, comparativamente ao modelo de Oliveira (1995) em igualdade de circunstâncias, também substancialmente inferiores (c.f. Fig. 4.5). A explicação pode residir no efeito conjunto menor área cultivada/tecnologias mais mecanizadas adotadas pelo nosso modelo. A utilização do solo, para cada modelo, está representada na Fig. 4.6.

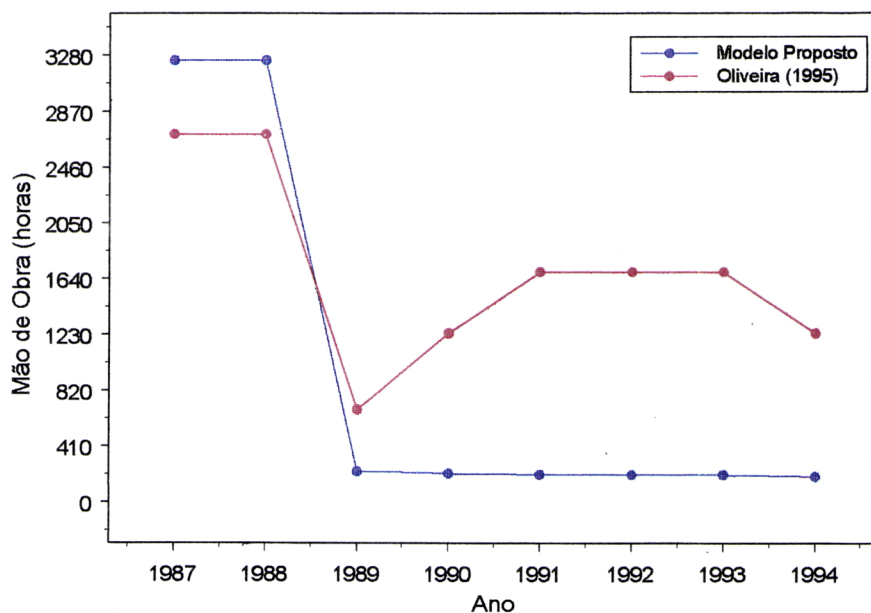


Fig. 4.5 – Gasto de mão de obra em horas, para cada ano, no modelo proposto e Oliveira (1995) em condições de restrição de solo e água.

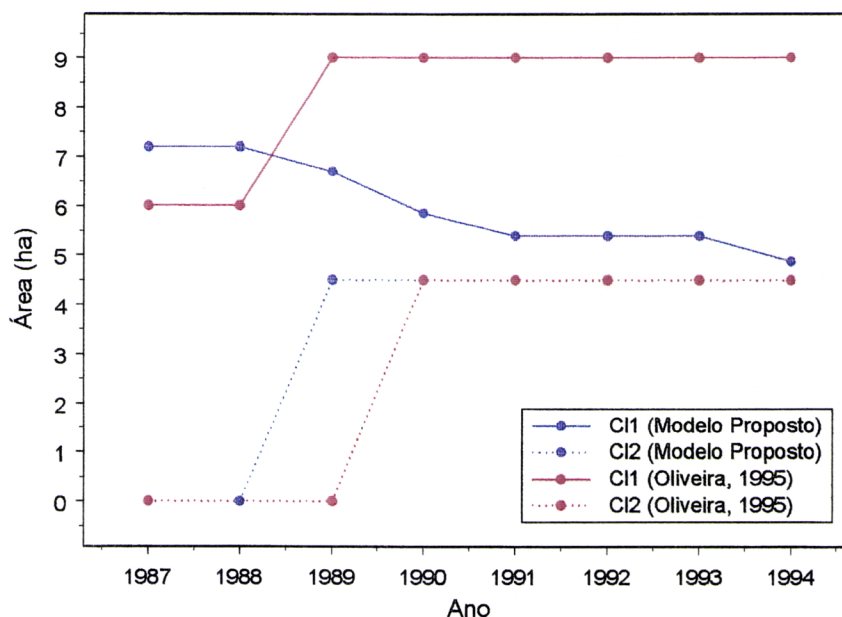


Fig. 4.6 – Área ocupada por classe de solo, para cada ano, no modelo proposto e Oliveira (1995) em condições de restrição de solo e água.

4.1.3 - Modelo Sujeito à Restrição da Área Cultivável e da Mão de Obra Disponível

Neste cenário considerou-se de novo a limitação a 9 ha e a 4.5 ha, respectivamente dos solos de várzea e de arneiro. Conjuntamente foi também introduzida limitações à disponibilidade de mão de obra. É muito natural que variedades de ciclo longo, que se encontram mais tempo no terreno, tenham uma maior disponibilidade desde factor de produção. Pelo contrário, variedades de ciclo curto completam o seu ciclo produtivo num menor espaço de tempo, e tem, como tal, uma disponibilidade em mão de obra inferior. Assim, tendo em conta o atrás referido, e a envolvente espacial e temporal que rodeiam o modelo, decidiu-se optar, para a actividade tomate de ciclo curto, tomate de ciclo médio e tomate de ciclo longo, de disponibilidades em mão de obra de respectivamente 200 horas, 350 horas e 500 horas. Os resultados obtidos para este cenário podem ser apreciados consultando o quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrição o solo e a mão de obra.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Rendimento Líquido (10³ escudos)	2160	2163	16844	18119	14751	14606	14057	10668
Actividade (ha) - Tom.Tecn.Solo.Brix.CU.AAR.Regas								
Tom1.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.18		0.444						
Tom1.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.20	0.444							
Tom2.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.17		0.778						
Tom2.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.19	0.778							
Tom3.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.16		1.111						
Tom3.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.18	1.111							
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.18					5.5		9.0	
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.19						5.5		9.0
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix2.92.60.17			5.5					
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix2.92.60.18				5.5				
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.18					4.5		1.0	
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.19						4.5		1.0
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix2.92.60.17			4.5					
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix2.92.60.18				4.5				
Tom2.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.19					3.5			
Tom2.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.20						3.5		
Tom2.Ggt5.Cl1.Brix2.92.60.18			3.5					
Tom2.Ggt5.Cl1.Brix2.92.60.19				3.5				
Tom2.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.19							3.5	
Tom2.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.20								3.5
Total Água Aplicada (mm) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.Cl2	444	400						
Tom2.Trd1.Cl2	739	661						
Tom3.Trd1.Cl2	1000	889						
Tom1.Ggt5.Cl1			3338	3534	3534	3730	5783	6104
Tom1.Ggt5.Cl2			2731	2892	2892	3052	643	678
Tom2.Ggt5.Cl1			2249	2374	2374	2499		
Tom2.Ggt5.Cl2							2374	2499
Total de Mão de obra (horas) - Tomate.Tecnologia								
Tom1.Trd1	200	200						
Tom2.Trd1	350	350						
Tom3.Tdr1	500	500						
Tom1.Ggt5			200	200	200	200	200	200
Tom2.Ggt5			70	70	70	70	70	70
Custos de Produção (10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.Cl2	179	174						
Tom2.Trd1.Cl2	314	304						
Tom3.Trd1.Cl2	1000	889						
Tom1.Ggt5.Cl1			3272	3439	3350	3309	5305	528
Tom1.Ggt5.Cl2			2296	2460	2425	2425	528	520
Tom2.Ggt5.Cl1			2082	2189	2132	2106		
Tom2.Ggt5.Cl2							1847	1821
Custos com a Água (10³ escudos) - Tecnologia.Solo								
Trd1.Cl2	30	30						
Ggt5.Cl1			105	107	125	142	132	216
Ggt5.Cl2			52	52	62	70	68	110

Quadro 4.3 - Continuação

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Custos com a Plantação(10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.C12	14	16						
Tom2.Trd1.C12	25	29						
Tom3.Trd1.C12	36	41						
Tom1.Ggt5.C11			242	256	280	311	546	585
Tom1.Ggt5.C12			198	210	229	255	61	65
Tom2.Ggt5.C11			154	163	178	198		
Tom2.Ggt5.C12							212	227
Custos com a Apanha (10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.C12	143	192						
Tom2.Trd1.C12	220	295						
Tom3.Trd1.C12	278	374						
Tom1.Ggt5.C11			4003	3787	3529	3340	5030	4742
Tom1.Ggt5.C12			3276	3099	2887	2733	559	527
Tom2.Ggt5.C11			2054	1962	1837	1715		
Tom2.Ggt5.C12							1601	1490

Fonte: resultados do modelo

Em 1987/1988 são escolhidas todas as actividades que dizem respeito às variedades de tomate. As áreas ocupadas por cada variedade de tomate são directamente proporcionais à disponibilidade de mão de obra para cada uma das actividades. Ao contrário do que se passava no ponto 4.1.2, nestes dois anos só o solo tipo arneiro foi o escolhido. Em condições em que não se verifica restrição de água, a opção pela classe de solo é feita tendo em conta os custos de produção variáveis totais. Não obstante o solo de classe 1 gastar menos água por ha, para a tecnologia Trd1, tem custos de produção superiores (maiores custos com as mobilizações do terreno) aos solos de classe 2. O solo tipo várzea é preterido a favor do arneiro, que acaba por apresentar custos variáveis totais inferiores. Mais uma vez, quando o modelo pode utilizar o volume de água que desejar, o número de regas é superior ao verificado quando existe restrição de água (c.f. cap. 4.1.2) e a sua variação anual denota uma relação directa com a $ET_{máx.}$ de cada ano. A margem bruta verificada nestes anos é cerca de 30% dos valores obtidos no cenário que contemplava como restrições o solo e a água, e apenas 14% dos resultados verificados no cenário restritivo apenas à área cultivável (c.f. 4.1.1 e 4.1.2). É isso mesmo que nos mostra a Fig. 4.7.

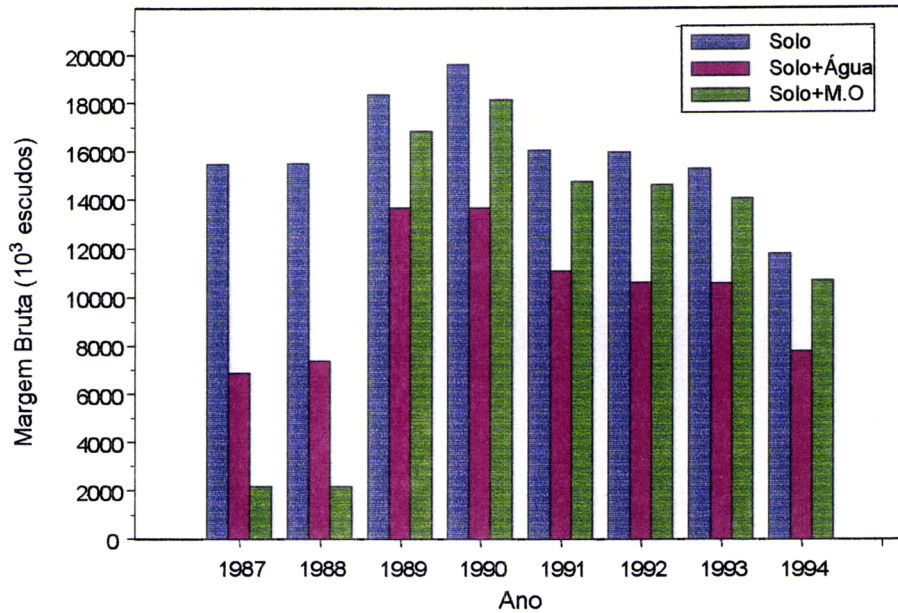


Fig. 4.7 – Margem Bruta obtida, em cada ano, para os diferentes cenários propostos: restrição solo, restrição solo + água, restrição solo + mão de obra.

No intervalo 1989/1990 a tecnologia gota a gota com sementeira e colheita mecânica é a escolhida. Tal escolha é mais vantajosa em termos de “consumo” de mão de obra, e assim o modelo não é “obrigado” a optar por variedades de tomate com ciclos mais prolongados, logo mais requerentes em água, com maiores custos de produção que aparentemente não são traduzidos compensatoriamente pelo aumento de produção. Verifica-se assim que a actividade tomate de ciclo curto é realizada até ao nível em que a disponibilidade de mão de obra o permite. Tal como nos modelos anteriores o brix associado a maiores produções – mas menos qualitativo, brix1 – é o escolhido quando existe uma remuneração diferente deste parâmetro qualitativo. O número de regas efectuadas depende da $ET_{máx}$ de cada ano e são valores superiores ao número de regas realizadas quando existe restrição de água. Mais uma vez é assinalada a clara opção produtivista. Os valores dos parâmetros agronómicos associados à rega são escolhidos pelas mesmas razões já anteriormente apontadas. Em termos de margem bruta os valores são superiores aos do cenário que prevê unicamente como restrição o solo e a água, e cerca de 91% dos valores obtidos no cenário que se cinge a limitações na área cultivável. O facto desde modelo incluir a actividade tomate de ciclo médio, regista-se neste intervalo de tempo um consumo de água ligeiramente superior ao obtido pelo

modelo que tem como única restrição o solo. Na Fig 4.8 podemos analisar o consumo de água verificado em cada cenário.

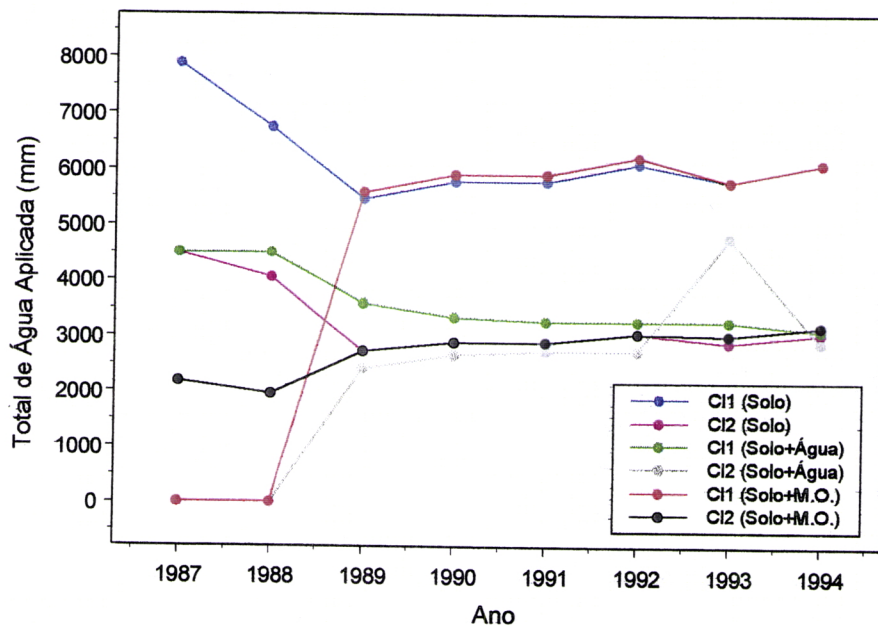


Fig. 4.8 – Consumo de água, em cada classe de solo e ano, para os diferentes cenários propostos: restrição solo, restrição solo + água, restrição solo + mão de obra.

4.2.4 - Modelo Sujeito à Restrição da Área Cultivável, Água Disponível e Mão de Obra Disponível

Este modelo apresenta-se, quanto a nós, como o mais verosímil e capaz de traduzir a realidade de uma exploração agrícola. Mesmo tendo em conta a localização temporal do modelo, é pouco concebível que o empresário agrícola tenha disponibilidade *ad libitum* de alguns dos mais importantes factores de produção de tomate para indústria. Assim, este modelo inclui conjuntamente as três restrições já estudadas em capítulos anteriores. Os níveis das restrições tomam valores idênticos aos utilizados nos cenários de capítulos precedentes. Os resultados obtidos pelo modelo encontram-se resumidos no quadro 4.4

Nos dois primeiros anos sobre os quais se debruça o nosso estudo, verifica-se que os resultados são em tudo iguais aos obtidos pelo modelo que tinha como limitações a área de cada classe de solo e a disponibilidade em mão de obra. Parece pois poder-se concluir que, dadas as características do modelo, quando a tecnologia tradicional sem

furo é escolhida o agricultor vê os seus rendimentos mais vulneráveis e dependentes da disponibilidade de mão de obra do que da disponibilidade de água.

Quadro 4.4 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrições o solo, a água e a mão de obra.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Rendimento Líquido (10³ escudos)	2160	2163	13365	13657	11075	10607	10579	7782
Actividade (ha) - Tom.Tecn.Solo.Brix.CU.AAR.Regas								
Tom1.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.18		0.444						
Tom1.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.20	0.444							
Tom2.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.17		0.778						
Tom2.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.19	0.778							
Tom3.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.16		1.111						
Tom3.Trd1.Cl2.Brix2.76.60.18	1.111							
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.17					5.386	5.386	5.386	
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.18								2.503
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix2.92.60.16			5.5					
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix2.92.60.17				5.5				
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.17					2.028	2.028	2.028	
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.18								4.500
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix2.92.60.16			1.874	1.933				
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix2.92.60.17				0.096				
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.18								2.334
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.17					2.472	2.472	2.472	
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix2.92.60.16			2.626					
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix2.92.60.17				2.472				
Tom2.Ggt5.Cl1.Brix2.92.60.16			0.504					
Total Água Aplicada (mm) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.Cl2	444	400						
Tom2.Trd1.Cl2	739	661						
Tom3.Trd1.Cl2	1000	889						
Tom1.Ggt5.Cl1			3142	3338	3269	3269	3269	1608
Tom1.Ggt5.Cl2			1070	1162	1231	1231	1231	2892
Tom1.Ggt6.Cl1								1500
Tom1.Ggt6.Cl2			1500	1500	1500	1500	1500	
Tom2.Ggt5.Cl1			288					
Total de Mão de obra (horas) - Tomate.Tecnologia								
Tom1.Trd1	200	200						
Tom2.Trd1	350	350						
Tom3.Trd1	500	500						
Tom1.Ggt5			147	151	148	148	148	140
Tom1.Ggt6			53	49	49	49	49	47
Tom2.Ggt5			10					
Custos de Produção (10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.Cl2	179	174						
Tom2.Trd1.Cl2	314	304						
Tom3.Trd1.Cl2	448	434						
Tom1.Ggt5.Cl1			3272	3438	3281	3241	3175	1454
Tom1.Ggt5.Cl2			956	1109	1093	1093	1071	2341
Tom1.Ggt6.Cl1								1356
Tom1.Ggt6.Cl2			1340	1351	1332	1332	1305	
Tom2.Ggt5.Cl1			300					

Quadro 4.4 - Continuação

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Custos com a Água (10³ escudos) - Tecnologia.Solo								
Trd1.CI2	30	30						
Ggt5.CI1			66	62	71	78	76	59
Ggt5.CI2			21	22	27	29	29	105
Ggt6.CI1								55
Ggt6.CI2			30	28	33	36	35	
Custos com a Plantação(10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.CI2	14	16						
Tom2.Trd1.CI2	25	29						
Tom3.Trd1.CI2	36	41						
Tom1.Ggt5.CI1			242	256	275	305	327	163
Tom1.Ggt5.CI2			82	95	103	115	123	292
Tom1.Ggt6.CI1								152
Tom1.Ggt6.CI2			116	115	126	140	150	
Tom2.Ggt5.CI1			22					
Custos com a Apanha (10³ escudos) - Tomate.Tecnologia.Solo								
Tom1.Trd1.CI2	143	192						
Tom2.Trd1.CI2	220	295						
Tom3.Trd1.CI2	279	374						
Tom1.Ggt5.CI1			3912	3694	3364	3117	2930	1294
Tom1.Ggt5.CI2			1336	1316	1267	1174	1103	2326
Tom1.Ggt6.CI1								1206
Tom1.Ggt6.CI2			1872	1660	1543	1430	1344	
Tom2.Ggt5.CI1			290					

Fonte: resultados do modelo

Posteriormente a 1991, em que existe um preço escalonado para os diferentes graus brix, o modelo escolhe actividades, e respectivos níveis, em tudo iguais aos obtidos para o modelo que tem como restrições o solo e a água. Ou seja, quando todas as actividades são passíveis de ser escolhidas, a opção por actividades associadas a um maior nível de mecanização (rega gota a gota com sementeira e colheita mecânica) tornam o agricultor menos dependente da quantidade de mão de obra existente, tornando-se assim a água o verdadeiro recurso limitativo na produção de tomate para indústria.

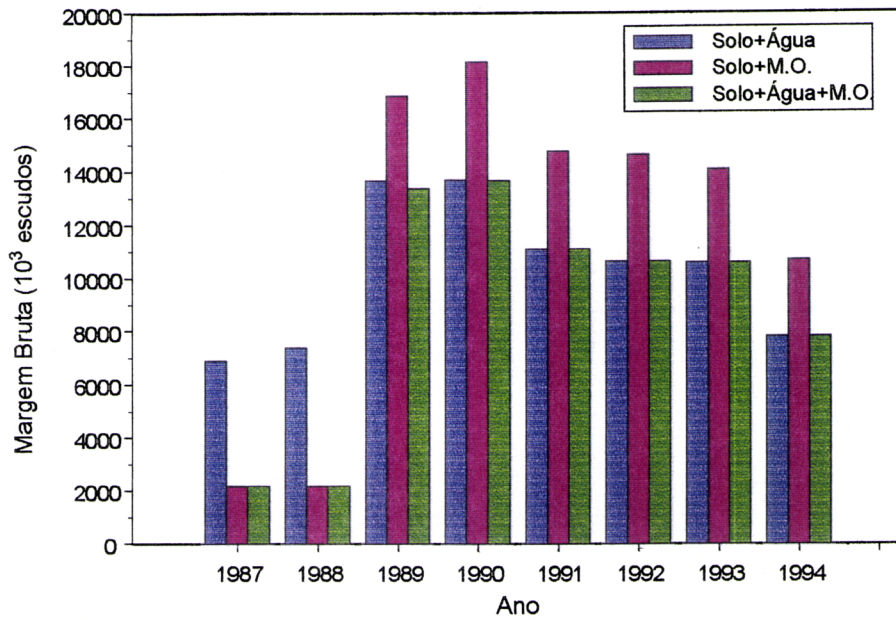


Fig. 4.9 – Margem Bruta da restrição conjunta solo+água+mão de obra comparativamente a outras restrições.

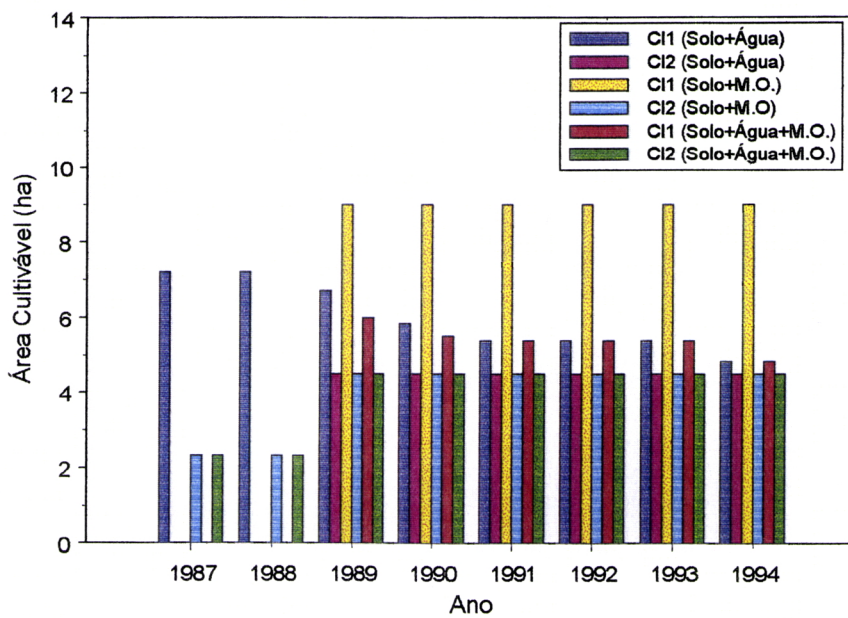


Fig. 4.10 – Utilização de cada classe de solo, por ano, em vários cenários possíveis propostos pelo modelo sem risco.

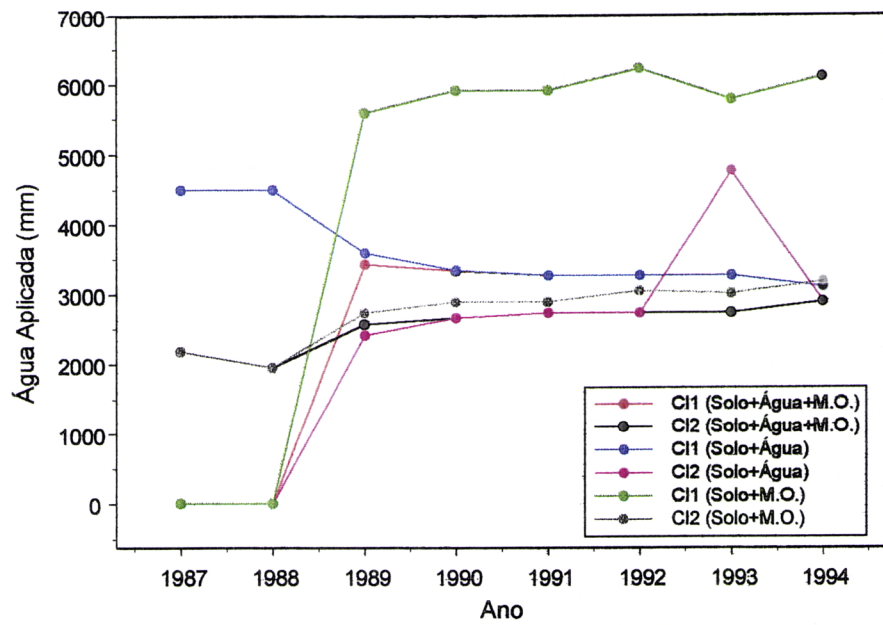


Fig. 4.11 – Água aplicada em cada classe de solo, por ano, em vários cenários possíveis propostos pelo modelo sem risco.

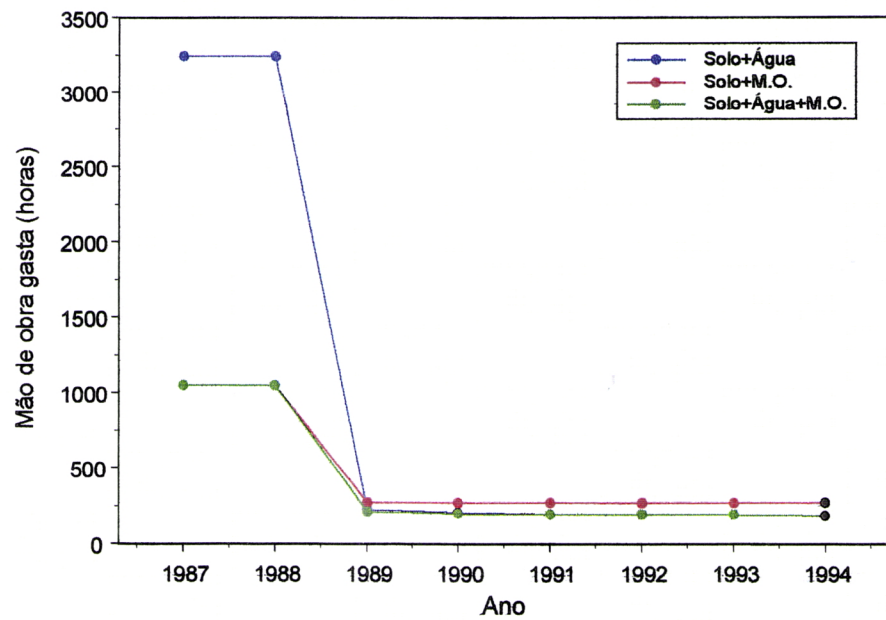


Fig. 4.12 – Mão de obra requerida, por ano, em vários cenários possíveis propostos pelo modelo sem risco.

Nos anos de 1989 e 1990 verifica-se que ambas as disponibilidades de mão de obra, para a produção de tomate de ciclo curto, e água, são integralmente consumidas. Assim, o efeito conjunto destes dois factores de produção obrigam o modelo a apresentar menores margens brutas (quando comparados com o efeito de cada uma das restrições associada à limitação da área cultivável), optar por um menor número de regas efectuadas, utilizar os solos de melhor qualidade em apenas 61% da área disponível (tal como no cenário que prevê limitações de mão de obra) e recorrer a tecnologias que permitem a utilização de furos artesianos (tal como no cenário que tem como restrições o solo e a água).

4.2.5 - Outros Cenários Possíveis

Para além dos cenários enunciados anteriormente foram ainda estudadas outras envolventes técnico-económicas possíveis de acontecer no vale do Sorraia, a saber: aumento da área cultivável para 20 ha e 6 ha, respectivamente em solos de várzea e arneiro (tal qual um cenário previsto em Oliveira, 1995), aumento dos preços da água fornecida pela associação de regantes do vale do sorraia em até 50% e por último uma variação do preço do tomate em 10% (para o brix1 e brix3), relativamente ao preço-base (brix2).

No primeiro caso, aumento da área cultivável, não se verificou qualquer alteração qualitativa nas actividades escolhidas pelo modelo, relativamente ao cenário inicial de disponibilidade de solo. O nível das actividades escolhidas aumentou proporcionalmente à disponibilidade das áreas, assim como a respectiva margem bruta em cada ano.

No cenário que prevê um aumento no preço da água fornecida pela associação de regantes também não se registou qualquer modificação das actividades escolhidas (quando comparado com qualquer dos outros cenários estudados). Nem inclusive qualquer opção preferencial por tecnologias que recorrem a furo relativamente a tecnologias que não recorrem. Estes resultados podem-nos permitir concluir que o preço da água praticado pela associação de regantes é muito baixo, não induzindo no empresário agrícola qualquer reacção técnico-económica que vise a introdução de tecnologias de rega que recorrem a furo. Convém lembrar que modelos estudados anteriormente que escolheram actividades baseadas em captação de água através de

furo, o fazem devido a restrições no fornecimento de água pela associação de regantes. Ou seja, esta tecnologia funciona como complemento e não como substituição de actividades que não recorrem a furo.

Por fim, estudou-se o efeito da diferença de preço entre os escalões brix ser “alargada” para 10%, no cenário em que o agricultor é sujeito às restrições de área dos diferentes tipos de solo, água e mão de obra. É com este cenário que se faz a comparação dos resultados, que se encontram registados no quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Resultados obtidos para o modelo, sem risco, tendo como restrições o solo, a água, a mão de obra e uma diferenciação de 10% nos preços relativamente ao preço-base (brix2).

	1991	1992	1993	1994
Margem Bruta (10³ escudos)	10383	9322	9322	6732
Actividade (ha) - Tom.Tecn.Solo.Brix.CU.AAR.Regas				
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.17	2.915	5.249	2.915	
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.18				2.503
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.17	4.5	2.166	4.5	
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.18				4.5
Tom1.Ggt6.C11.Brix1.92.60.17	2.472		2.472	
Tom1.Ggt6.C11.Brix1.92.60.18				2.334
Tom1.Ggt6.C12.Brix1.92.60.18		2.334		
Total Água Aplicada (mm) - Tomate.Tecnologia.Solo				
Tom1.Ggt5.C11	1769	3186	1769	1608
Tom1.Ggt5.C12	2731	1314	2731	2892
Tom1.Ggt6.C11	1500		1500	1500
Tom1.Ggt6.C12		1500		
Total de Mão de obra (horas) - Tomate.Tecnologia				
Tom1.Ggt5	148	148	148	140
Tom1.Ggt6	49	47	49	47

Fonte: resultados do modelo.

Primeiramente há a notar que as alterações só se operam a partir de 1991, ano em que há uma verdadeira diferenciação dos preços dos escalões dos graus brix. Verifica-se pois que a margem bruta é inferior para todos os anos, quando comparamos com o cenário do cap. 4.1.4. O modelo continua a escolher, de novo, o escalão do grau brix que apresenta menos qualidade, e que acaba por penalizar o preço. No entanto, as mesmas áreas totais de solo de várzea e arneiro são utilizadas em cada ano, verificando-se “ajustamentos” entre as áreas ocupadas pelas duas tecnologias de rega escolhidas.

4.2 - Modelo com Risco – MOTAD

Para a introdução do risco considerou-se apenas os dados dos anos de 1989/1994, e os resultados podem apenas ser aplicados neste intervalo de tempo. Semelhante escolha baseia-se no facto de nos anos de 1987/1988 se verificarem enormes restrições quanto à adopção de tecnologias de rega. Se o MOTAD fosse aplicado tendo em conta todo o intervalo de tempo, os resultados obtidos podiam ser incongruentes, já que o modelo podia optar por tecnologias de rega não disponíveis nos anos de 1987/1988, impossibilitando a reprodutibilidade da base escolhida ao longo da série de 8 anos. Também aqui se decidiu aplicar o MOTAD no cenário que se nos apresenta como o mais verosímil: área de solo de classe 1 e classe 2 de, respectivamente 9 ha e 4.5 ha; disponibilidade em mão de obra para o tomate de ciclo curto, ciclo médio e ciclo longo de 200 horas, 350 horas e 500 horas. No quadro 4.6 encontram-se as actividades escolhidas para cada base, seu nível de realização, margem bruta obtida e desvio padrão associado a cada base. O desvio padrão foi calculado recorrendo a variância da Margem Bruta, estimada através do estimador MAD - desvio absoluto médio – (Hazzel, 1988 citado por Neto, 1992) :

$$V = \frac{F}{T^2} \times W \quad (4.1)$$

com

$$F = \frac{T\pi}{2(T-1)} \quad (4.2)$$

e

$$W = (2 \cdot \sum Z_i)^2 \quad (4.3)$$

onde

T é o tamanho da amostra e $\sum Z_i = \lambda$

Quadro 4.6 – Diferentes bases obtidos para o modelo com linearização do risco - MOTAD.

Actividade	Nível (ha)	Rendimento (10 ³ escudos)	λ	Desvio Padrão
Base I		0	0	0
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0			
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19	0			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.16	0			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.21	0			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.16	0			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19	0			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.92.60.16	0			
Tom3.Ggt6.C11.Brix1.84.60.13	0			
Tom3.Ggt6.C11.Brix1.92.60.13	0			
Base II		3566.9	12.5	5.72
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.439			
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19	0.126			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.16	1.142			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.21	1.100			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.16	4.310			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19	0.054			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.92.60.16	0.010			
Tom3.Ggt6.C11.Brix1.84.60.13	2.974			
Tom3.Ggt6.C11.Brix1.92.60.13	0.158			
Base III		3613.2	18.0	8.24
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.439			
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19	0.126			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.16	1.172			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.21	1.101			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.16	4.284			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19	0.050			
Tom2.Ggt6.C11.Brix1.92.60.16	0.063			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.84.60.15	0.040			
Tom3.Ggt6.C11.Brix1.84.60.13	3.018			
Base IV		3704.6	29.4	13.45
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.439			
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19	0.127			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.16	5.305			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.84.60.15	0.058			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.16	0.095			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.19	0.045			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.21	1.105			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.84.60.15	0.448			
Tom3.Ggt6.C12.Brix1.84.60.13	2.623			
Base V		4298.9	103.4	47.3
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.438			
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.19	0.129			
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.18	0.007			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.16	4.453			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.21	0.393			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.84.60.15	0.888			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.17	0.150			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.21	0.734			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.84.60.15	2.721			

Quadro 4.6 - Continuação

Actividade	Nível (ha)	Rendimento (10³ escudos)	λ	Desvio Padrão
Base VI		4314.6	105.7	48.4
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.438			
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.17	0.007			
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.19	0.128			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.16	3.841			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.21	0.966			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.84.60.15	0.894			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.17	0.727			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.21	0.158			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.84.60.15	2.721			
Base VII		4800.7	184.3	84.3
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.368			
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.17	0.058			
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.19	0.148			
Tom1.Ggt5.C12.Brix2.92.60.17	1.513			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.16	0.990			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.21	1.151			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.84.60.15	2.926			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.92.60.17	0.060			
Tom2.Ggt6.C11.Brix1.84.60.15	2.721			
Base VIII		4892.6	199.4	91.2
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.349			
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.19	0.153			
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.17	1.926			
Tom1.Ggt6.C12.Brix1.92.60.17	0.061			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.84.60.15	3.760			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.21	1.074			
Tom2.Ggt6.C11.Brix1.92.60.15	0.114			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.84.60.15	2.428			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.92.60.21	0.085			
Base IX		4926.8	205.5	94
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.348			
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.92.60.19	0.152			
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.17	2.016			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.84.60.15	4.608			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.15	0.005			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.92.60.21	0.332			
Tom2.Ggt5.C12.Brix1.84.60.15	0.062			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.84.60.15	1.591			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.92.60.21	0.831			
Base X		5589.1	365.3	167.1
Tom1.Trd1.C11.Brix1.76.60.8	0.261			
Tom1.Ggt5.C11.Brix1.84.60.14	0.393			
Tom1.Ggt5.C12.Brix1.92.60.17	2.770			
Tom1.Ggt6.C11.Brix1.92.60.17	0.130			
Tom1.Ggt6.C11.Brix1.92.60.18	0.099			
Tom1.Ggt6.C11.Brix1.92.60.19	0.201			
Tom1.Ggt6.C12.Brix2.92.60.17	0.529			
Tom2.Ggt5.C11.Brix1.84.60.15	4.272			
Tom2.Ggt6.C12.Brix1.92.60.21	1.201			

Quadro 4.6 - Continuação

Actividade	Nível (ha)	Rendimento (10 ³ escudos)	λ	Desvio Padrão
Base XI		6286.4	641.0	293.3
Tom1.Trd1.Cl1.Brix1.76.60.8	0.064			
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.84.60.14	3.638			
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.17	1.425			
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.84.60.17	2.603			
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.18	0.236			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.17	0.382			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.19	0.277			
Tom2.Ggt5.Cl1.Brix1.84.60.15	0.653			
Tom2.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.21	1.238			
Base XII		9105.8	2155.8	986.3
Tom1.Trd1.Cl1.Brix1.76.60.8	0.034			
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.84.60.14	1.090			
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.17	2.502			
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.17	3.933			
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.17	0.965			
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.18	0.577			
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.19	0.175			
Tom2.Ggt6.Cl2.Brix2.92.60.21	0.567			
Base XIII		9487.1	2361.7	1080.5
Tom1.Trd1.Cl1.Brix1.76.60.8	0.034			
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.17	3.012			
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.17	4.346			
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.17	1.085			
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.18	0.635			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.19	0.154			
Tom2.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.21	0.439			
Base XIV		10674.2	3212.7	1469.9
Tom1.Trd1.Cl1.Brix1.76.60.8	0.008			
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.17	5.313			
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.17	2.088			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.17	1.540			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.18	0.800			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.19	0.072			
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.21	0.003			
Base XV		10797.6	3405.8	1558
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.17	5.337			
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.17	2.078			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.17	1.581			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.18	0.839			
Tom1.Ggt6.Cl2.Brix1.92.60.19	0.002			
Base XVI		11180.3	4807.6	2199.6
Tom1.Ggt5.Cl1.Brix1.92.60.17	2.915			
Tom1.Ggt5.Cl2.Brix1.92.60.17	4.500			
Tom1.Ggt6.Cl1.Brix1.92.60.17	2.472			

Fonte: resultados do modelo

A Fig. 4.13 mostra-nos graficamente o rendimento obtido em cada base como função do desvio padrão. Facilmente se vê que aumentos de rendimento só são possíveis para incrementos de risco (desvio padrão) cada vez maiores, ou seja, a primeira derivada à curva do rendimento toma valores positivos, mas cada vez menores. Para níveis de grande aversão ao risco verificam-se baixos rendimentos.

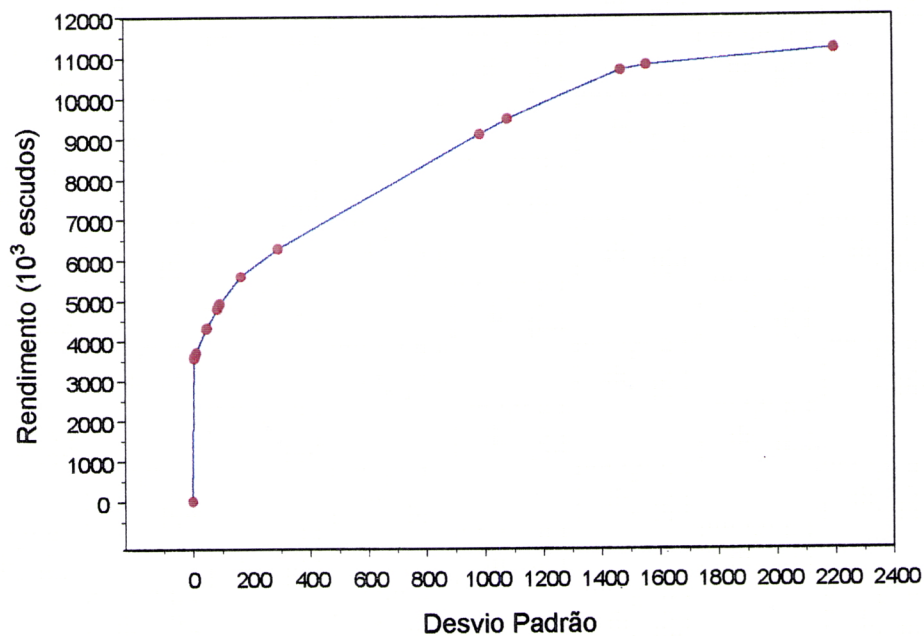


Fig. 4.13 – Rendimento obtido para cada nível de risco medido como desvio padrão. Assinalado a vermelho encontram-se as diferente bases.



5. Conclusões

5. Conclusões

5.1 – Conclusões Gerais

Dos vários cenários propostos e analisados o que se apresenta menos restritivo para o agricultor, em termos de disponibilidade de recursos, é aquele em que existe somente limitação na área cultivável, respectivamente 9 ha para o solo tipo várzea e 4,5 há para o solo tipo arneiro. Nestas condições, para o período 1987/1988 foi escolhida somente a tecnologia tradicional, por indisponibilidade das restantes tecnologias de rega, e a variedade de tomate de ciclo curto. O número de regas a efectuar está de acordo com as exigências evapotranspirativas de cada ano (ET_{max}). Anos mais secos exigem um maior número de regas. Para o período posterior a 1989, já com todas as tecnologias de rega disponíveis, o modelo opta pela rega gota a gota com plantação e apanha mecanizada. A combinação coeficiente de uniformidade de 92% e área adequadamente regada de 60% é a que apresenta maior produção com menor lâmina de água fornecida ao solo. O modelo denota uma opção produtivista, escolhendo sistematicamente o teor mais baixo em matéria seca quando existe uma diferenciação dos preços dos °brix que beneficia a qualidade. Ao longo da série temporal sobre a qual se debruça o estudo o valor da margem bruta é sempre superior à margem bruta obtida por Oliveira (1995) para o mesmo cenário.

Quando conjuntamente à restrição da disponibilidade de solo se acrescenta a limitação da água disponível, quer da associação de regantes quer através de furo, no biénio 1987/1988 só o solo tipo várzea é escolhido, e ainda assim apenas numa percentagem de 80%. Esta escolha deve-se ao maior gasto de água no solo tipo arneiro, quando regado por tecnologia tradicional. Devido à limitação da água o número de regas efectuadas é menor. Posteriormente a 1989 a rega gota a gota é a tecnologia escolhida, com plantação e apanha mecânica. O solo tipo arneiro é agora o preferido, pois com a rega gota a gota evidencia os mesmos consumos de água que o solo tipo várzea, mas custos de produção inferiores, relacionados com a mobilização do solo. Mesmo em condições de restrição de água o modelo opta pelo °brix de menor qualidade. A margem bruta obtida neste cenário é superior à obtida por Oliveira (1995) em iguais circunstâncias, mas inferior à margem bruta registada quando se verifica como restrição somente o solo.

No cenário que propõe as restrições solo e mão de obra, esta última limitada a 200, 350 e 500 horas, respectivamente para a actividade tomate de ciclo curto, ciclo médio e ciclo longo, verifica-se para o biénio 1987/1988 somente a escolha do solo tipo arneiro, pois os menores custos de produção compensam os maiores gastos com água. O número de regas efectuadas é superior ao do cenário que contempla a restrição da água. A margem bruta é inferior à dos cenários anteriores. No período 1989/1994 a tecnologia escolhida é a rega gota a gota com plantação e apanha mecânica, assenta na variedade de ciclo curto e no °brix 1 quando existe remuneração diferenciada para a qualidade. No que concerne à margem bruta verifica-se que neste cenário se atinge resultados superiores ao cenário restritivo em termos de solo e água e inferior em cerca de 90% quando apenas a área é limitativa.

A combinação de todas as restrições dos factores de produção, por nós considerado como o cenário mais verosímil, acaba por produzir resultados parcialmente semelhantes aos cenários limitativos em solo e água e solo e mão de obra. No biénio 1987/1988 o modelo toma opções em tudo concordantes com o cenário que prevê limitações de solo e mão de obra. Assim, pode-se concluir que quando a tecnologia de rega tradicional é a única opção possível, o factor de produção mão de obra é mais limitativo que a água. Posteriormente a 1991 verifica-se que as escolhas, quer em termos de actividades quer de extensão, são similares às do cenário restritivo na área cultivável e água. Quando a rega gota a gota é escolhida, e as operações culturais plantação e apanha são totalmente mecanizadas, a água passa a constituir o verdadeiro recurso limitativo. No biénio 1989/1990 ambas as restrições mão de obra e água são integralmente consumidas.

Quando outros cenários são analisados verifica-se que a restrição na área cultivável, por si só, não conduz a nenhuma modificação qualitativa da base. Há apenas modificações proporcionais quer na extensão de cada actividade escolhida quer na margem bruta obtida. Outra coisa não seria de esperar num modelo de programação linear. Alterações do preço da água fornecida pela associação de regantes, no cenário restritivo em todos os factores de produção, também não conduz a alterações qualitativas da base escolhida. Parece poder-se concluir que a água da associação de regantes constitui um factor de produção de preço muito baixo. Um aumento da diferença do preço dos °brix, relativamente ao preço base (brix 2) provoca ajustamentos das áreas das diferentes tecnologias de rega escolhidas.

A introdução do risco no modelo com limitações em todos os factores de produção, e apenas para o período 1989/1994, conduz à obtenção de 16 bases. Para grandes níveis de aversão ao risco, traduzido por pequenos valores de desvio padrão, a margem bruta regista valores inferiores, aos valores obtidos para níveis de pouca aversão ao risco (grandes valores de desvio padrão). Acréscimos no valor da margem bruta são conseguidos à custa de acréscimos cada vez superiores do desvio padrão (Risco). O fraco declive da curva para elevados níveis de rendimento evidencia que é possível reduzir significativamente o risco, alterando a combinação das actividades sem diminuir substancialmente o rendimento.

5.2 – Limitações do Modelo

Um modelo económico traduz a representação de uma dada envolvente económica. Essa representação, no entanto, não reproduz fielmente a realidade. O modelo económico que serviu de base à elaboração deste trabalho também enferma de limitações que não possibilitam que os resultados obtidos sejam totalmente extrapoláveis à realidade concreta da empresa agrícola da zona de Coruche, pois:

- o modelo utilizado baseia-se apenas na monocultura do tomate, numa região onde outras culturas regadas como o milho e o arroz têm enorme importância também. Modelos que permitissem ao agricultor optar entre estas diferentes culturas seriam mais realistas do ponto de vista agronómico e económico;
- a função de produção e função brix não são contínuas, mas discretas de 8 ou 22 pontos consoante o solo e a tecnologia de rega;
- por último, não há ajustamentos entre o consumo de outros factores de produção, como os adubos e os pesticidas, a produção prevista e as condições meteorológicas que podem determinar as condições fitossanitárias de uma cultura.

6. Bibliografia

6. Bibliografia

- Alaejos, A.M. e Cañas J.A. (1993). *Selección de planes de cultivo en contexto de riesgo mediante el modelo MEDIA-DAP*. Invest. Agr. Econ. 8 : 165-183.
- Anselmo, Rita M. (1990). *Planeamento de uma exploração agro-pecuária localizada no distrito de Évora sob risco*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora.
- Apontamentos de Horticultura II. (1991). Universidade de Évora, Évora.
- Arias, P. (1994). *Planificación agraria en contexto de riesgo, mediante los modelos MOTAD y de Markowitz. Una aplicación a la comarca de la Campiña (Guadalajara)*. Invest. Agr. Econ. 9 : 393-405.
- Barry, P.J. e Robison, L.J. (1975). *A practical way to select an optimum farm plan under risk: comment*. A.J.A.E. 57 : 129-131.
- Brooke, A., Kendrick, D. e Meeraus, A. (1988). *GAMS: A User's Guide*, The Scientific Press.
- Cabello, F.P. (1990). *Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF)*. Ediciones. Mundi-Prensa, 2ª ed, Madrid.
- Calado, A.M. (1980). *O tomateiro*. 7 p.
- Calado, A.M. (1985). *A rega na cultura do tomate*. IV Jornadas Técnicas do Tomate para Indústria, Évora/Coruche, 26 p.
- Calado, A.M. (1987a) . *A rega como operação cultural em horticultura (Alguns aspectos pertinentes para a cultura do tomate a sul do Tejo)*. Universidade de Évora, Évora, 134 p.
- Calado, A.M. (1987b). *A sementeira e plantação (Análise destas operações culturais em horticultura ao ar livre)*. Universidade de Évora, Évora, 82 p.
- Calado, A.M. (1991). *Estudos sobre a influência da rega localizada no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima em tomate para a indústria*. Universidade de Évora, Évora, 351 p.

- Carvalho, M.L.S e Pinheiro, A.C.A. (1990). *Risco e rendimento na agricultura: Uma aplicação com as principais actividades agro-pecuárias no Alentejo*. Publicações Universidade de Évora, Série Gestão e Economia, nº2, p. 75-85.
- Chiang, A.C. (1982). *Matemática para economistas*. Editora McGraw-Hill do Brasil, 683 p.
- Costa, J.V.B. (1975). *Caracterização e constituição do solo*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 537 p.
- Doorenbos, J. e Kassam, A. (1979). *Effectos del agua sobre el rendimiento de los Cultivos*. Roma, Organizaciones de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, p. 163-166.
- Feio M. (1991). *Clima e Agricultura. Exigências climáticas das principais culturas e Potencialidades agrícolas do nosso clima*. Direcção Geral de Planeamento e Agricultura.
- Filho, W.P.C. et al. (1994). *Evolução da produção de tomate no Brasil*. Agricultura em São Paulo, SP, 41 : 41-69.
- Guerreiro, J., Magalhães, A. e Ramallete, M. (1985). *Programação linear*. McGraw-Hill de Portugal, Lisboa.
- Hazell, P.B.R. (1971). *A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty*. A.J.A.E. 53 : 53-62.
- Hazell, P.B.R. e Norton, R.D. (1986). *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. Macmillan Publishing Company, New York, 384 p.
- Juscafresa, B. (1977). *Cómo cultivar fresas, fresas, tomates*. Biblioteca Agricola Aedos, 2ª ed., Barcelona.
- Marques, C.A.F. (1988). *Portuguese entrance into the European Community: Implications for dryland agriculture in the Alentejo region*. Tese de Doutoramento, Purdue University.

- Mata, A.S.F. (1990). *Estudo da influência de métodos de rega, cultivares e compassos no rendimento físico e qualitativo do tomate para indústria*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora.
- McCarl, B.A. e Onal, H. (1989). *Linear approximation using MOTAD and separable programming: should it be done?* A.J.A.E. 71: 158-166.
- Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. (1994). Direcção Regional de Agricultura do Ribatejo e Oeste, PDAR do Baixo Sorraia.
- Neto, M.C.S.F. (1992). *Duas perspectivas de análise de risco no rendimento dos agricultores do Alentejo – variabilidade na produção e variabilidade dos custos*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora.
- Neto, M.C.S.F. (1995). *Formulação e resolução de um problema de programação linear pelo programa GAMS*. Departamento de gestão de Empresas, Universidade de Évora, Évora.
- Oliveira, J.G.P. (1995). *Análise de risco na adopção de novas tecnologias de rega e produção do tomate para a indústria*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora, Évora, 156 p.
- Palminha, A.M.A. (1992). *Estudo da rega gota a gota e da rega por sulcos na cultura do tomate no Vale do Sorraia*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora.
- Paris, Quirino. (1989). *Revenue and cost uncertainty, generalized mean-variance and the linear complementary problem*. A.J.A.E. 71: 810-812.
- Pinheiro, A.C.A. (1986). *Considerações económicas sobre o uso da água na produção agrícola*. Publicações Universidade de Évora, Série Gestão e Economia, 16 p.
- Portas, C.M. (1970). *Acerca do sistema radical de algumas culturas horticolas*. Universidade de Luanda, Luanda.
- Portas, C.M. (1971). *Apontamentos sobre a cultura do tomateiro (1ª parte)*. Junta Prov. de Povoamento de Angola, Luanda, 37 p.

- Prioste, F.B.C. e Sousa, P.L. (s/d). *Análise dos benefícios e custos dos diferentes sistemas de rega utilizados na cultura do milho em Portugal*. Desenvolvimento de equipamentos mecanizados para a rega de gravidade, p. 127-142.
- Sammis, T.W. e Wu, I.P. (1985). *Crop yield as affected by irrigation design and management*. Proceedings of the Third Int. Drip/Trickle Irrigation Congress, Fresno, California, USA.
- Santos, F.L. (1990). *Optimal irrigation system selection: A multiperiod quadratic programming approach*. Ph. D. dissertation, University of Arizona.
- Santos, F.L. (1996). *Quality and maximum profit of industrial tomato as affected by distribution uniformity of drip irrigation*. Irrigation and Drainage Systems 10 : 281-294.
- Serralheiro, R.P. (1987a). *Hidráulica Agrícola I*. Huambo, Faculdade de Ciências Agrárias.
- Serralheiro, R.P. (1987b). *Necessidades de rega das culturas*. Universidade de Évora, Évora.
- Serralheiro, R.P. (1987c). *Rega de superfície*. Universidade de Évora, Évora.
- Silva, J.R.M. (1991). *Estudo da rega gota a gota e da rega por sulcos compridos na cultura do milho no Vale do Sorraia*. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora.
- Strelkoff, T. (1990). *A computer program for simulating flow in surface irrigation*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, U.S. Water Conservation Laboratory, Phoenix, Arizona.
- Tauer, L. M. (1983). *Target Motad*. A.J.A.E. 65 : 606-610.
- Thomas, W. et al. (1972). *Separable programming for considering risk in farm planning*. A.J.A.E. 54 : 260-265.
- Thompson, K.J. e Hazell, P.B.R. *Reliability of using mean absolute deviation to derive efficient E, V farm plans*. A.J.A.E. 54 : 503-506.

Anexos

Anexo 1 – Dados Meteorológicos de Coruche

Temperatura média (°C)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1987	9,2	10,9	13,6	15,5	17,8	20,9	23,2	23,2	23,1	15,9	12,7	12,7
1988	10,7	10,2	12,4	14,7	16,2	19,4	21,5	21,6	21,2	17,5	14,3	8,2
1989	8,3	11,3	13,5	13,3	18,6	21,3	24,4	22,8	20,2	18,9	14,4	14,1
1990	9,3	13,1	14,0	14,0	18,9	20,3	24,3	23,6	21,8	17,2	12,1	9,6
1991	8,7	9,4	13,1	14,1	18,3	21,1	23,0	24,0	21,8	15,8	12,5	10,2
1992	7,4	9,7	13,2	15,3	18,5	18,8	23,3	23,3	19,6	15,2	14,0	11,1
1993	7,9	9,8	12,1	13,2	15,3	20,4	23,4	22,5	18,6	14,8	11,9	10,5
1994	9,2	9,9	14,1	13,5	16,7	21,4	21,3	22,2	19,2	18,4	14,2	11,1

Humidade relativa (%)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1987	88,0	91,0	85,0	78,0	64,0	62,0	67,0	67,0	75,0	85,0	86,0	93,0
1988	92,0	83,0	82,0	77,0	74,0	78,0	72,0	69,0	62,0	77,0	86,0	79,0
1989	85,0	82,0	80,0	74,0	69,0	68,0	67,0	76,0	68,0	78,0	87,0	90,0
1990	86,0	89,0	70,0	66,0	63,0	67,0	64,0	70,0	75,0	78,0	89,0	86,0
1991	89,0	88,0	82,0	72,0	76,0	62,0	67,0	68,0	76,0	81,0	85,0	89,0
1992	90,0	85,0	78,0	64,0	61,0	71,0	62,0	63,0	74,0	85,0	92,0	88,0
1993	91,0	80,0	79,0	72,0	78,0	67,0	53,0	66,0	78,0	85,0	89,0	91,0
1994	87,0	91,0	84,0	63,0	71,0	61,0	71,0	72,0	68,0	85,0	92,0	92,0

Vento (m/s)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1987	7,3	7,0	6,0	7,4	7,8	8,7	6,9	6,4	5,8	6,4	6,5	7,1
1988	7,7	7,6	6,3	9,6	8,4	7,1	7,0	6,6	5,9	6,0	6,8	3,9
1989	4,7	9,2	7,4	10,7	6,6	7,8	5,8	5,7	5,6	4,6	7,0	10,9
1990	4,3	5,4	10,4	11,4	8,2	8,8	7,6	6,3	5,8	8,4	5,2	7,3
1991	5,8	8,5	8,7	8,8	10,4	9,8	7,6	6,5	6,3	6,3	7,5	5,5
1992	6,5	5,5	9,4	10,0	9,4	9,2	9,4	8,6	7,7	8,6	5,4	9,2
1993	4,3	8,8	7,9	9,8	8,0	8,5	10,2	8,7	9,4	10,2	6,3	5,6
1994	7,9	7,9	7,0	10,1	11,0	9,4	8,6	8,6	8,7	6,9	6,1	5,5

Anexo 1 (Continuação)

Insolação (horas/mês)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1987	119.0	124.0	199.0	201.0	285.0	206.0	299.0	282.0	206.0	117.0	159.0	93.0
1988	109.0	162.0	228.0	193.0	225.0	187.0	329.0	333.0	250.0	187.0	122.0	189.0
1989	174.0	160.0	212.0	193.0	242.0	324.0	325.0	255.0	222.0	187.0	96.0	64.0
1990	156.0	163.0	206.0	240.0	315.0	288.0	340.0	318.0	223.0	158.0	183.0	101.0
1991	156.0	151.0	167.0	237.0	347.0	323.0	347.0	330.0	224.0	210.0	155.0	150.0
1992	187.0	162.0	216.0	265.0	284.0	249.0	358.0	318.0	253.0	188.0	165.0	132.0
1993	166.0	215.0	195.0	232.0	233.0	284.0	371.0	317.0	198.0	184.0	155.0	111.0
1994	160.3	144.8	243.5	283.5	239.9	342.5	336.9	340.8	253.5	167.5	152.6	138.6

ETo (mm/dia)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1987	1.03	1.39	2.48	3.60	5.30	5.63	5.91	5.35	3.92	1.99	1.37	0.86
1988	0.95	1.72	2.61	3.71	4.40	4.39	5.70	5.42	4.45	2.57	1.42	0.98
1989	1.00	1.92	2.78	3.80	4.78	6.08	6.08	4.70	3.95	2.51	1.36	1.14
1990	0.99	1.59	3.49	4.58	5.72	5.88	6.58	5.50	3.89	2.63	1.22	1.02
1991	0.95	1.52	2.60	4.01	5.49	6.62	6.32	5.74	3.91	2.39	1.44	0.88
1992	0.91	1.52	3.00	4.79	5.76	5.28	6.96	6.11	4.07	2.28	1.20	1.08
1993	0.81	1.97	2.68	3.99	4.14	5.82	7.67	5.87	3.67	2.32	1.22	0.83
1994	1.18	1.46	2.86	4.99	5.23	7.14	6.21	5.91	4.66	2.43	1.25	0.85

Anexo 2 – Cálculo da evapotranspiração máxima

Ano: 1987

Variedade: Ciclo Curto

Ciclo Cultural - 1 Maio/10 Setembro										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,48	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	3,6	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Maio	5,3	27	0,7	4	0,7	0	1,1	0	0,6	115,01
Junho	5,63	0	0,7	30	0,7	0	1,1	0	0,6	118,23
Julho	5,91	0	0,7	3	0,7	28	1,1	0	0,6	194,439
Agosto	5,35	0	0,7	0	0,7	14	1,1	17	0,6	136,96
Setembro	3,92	0	0,7	0	0,7	0	1,1	10	0,6	23,52
TOTAL										588,159

Ano: 1987

Variedade: Ciclo Médio

Ciclo Cultural - 1 Abril/25 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,48	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	3,6	30	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	75,6
Maio	5,3	0	0,7	31	0,7	0	1,1	0	0,6	115,01
Junho	5,63	0	0,7	10	0,7	20	1,1	0	0,6	163,27
Julho	5,91	0	0,7	0	0,7	25	1,1	6	0,6	183,801
Agosto	5,35	0	0,7	0	0,7	0	1,1	25	0,6	80,25
Setembro	3,92	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										617,931

Ano: 1987

Variedade: Ciclo Longo

Ciclo Cultural - 10 Março/20 Agosto										
Mes	Eto/dia	Inicio	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,48	21	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	36,456
Abril	3,6	13	0,7	17	0,7	0	1,1	0	0,6	75,6
Maio	5,3	0	0,7	27	0,7	4	1,1	0	0,6	123,49
Junho	5,63	0	0,7	0	0,7	30	1,1	0	0,6	185,79
Julho	5,91	0	0,7	0	0,7	16	1,1	15	0,6	157,206
Agosto	5,35	0	0,7	0	0,7	0	1,1	20	0,6	64,2
Setembro	3,92	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										642,742

Ano: 1988

Variedade: Ciclo Curto

Ciclo Cultural - 1 Maio/10 Setembro										
Mes	Eto/dia	Inicio	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,61	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	3,71	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Maio	4,4	27	0,7	4	0,7	0	1,1	0	0,6	95,48
Junho	4,39	0	0,7	30	0,7	0	1,1	0	0,6	92,19
Julho	5,7	0	0,7	3	0,7	28	1,1	0	0,6	187,53
Agosto	5,42	0	0,7	0	0,7	14	1,1	17	0,6	138,752
Setembro	4,45	0	0,7	0	0,7	0	1,1	10	0,6	26,7
TOTAL										540,652

Ano: 1988

Variedade:

Ciclo Médio

Ciclo Cultural - 1 Abril/25 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,61	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	3,71	30	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	77,91
Maio	4,4	0	0,7	31	0,7	0	1,1	0	0,6	95,48
Junho	4,39	0	0,7	10	0,7	20	1,1	0	0,6	127,31
Julho	5,7	0	0,7	0	0,7	25	1,1	6	0,6	177,27
Agosto	5,42	0	0,7	0	0,7	0	1,1	25	0,6	81,3
Setembro	4,45	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										559,27

Ano: 1988

Variedade:

Ciclo Longo

Ciclo Cultural - 10 Março/20 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,61	21	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	38,367
Abril	3,71	13	0,7	17	0,7	0	1,1	0	0,6	77,91
Maio	4,4	0	0,7	27	0,7	4	1,1	0	0,6	102,52
Junho	4,39	0	0,7	0	0,7	30	1,1	0	0,6	144,87
Julho	5,7	0	0,7	0	0,7	16	1,1	15	0,6	151,62
Agosto	5,42	0	0,7	0	0,7	0	1,1	20	0,6	65,04
Setembro	4,45	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										580,327

Ano: 1989

Variedade:

Ciclo Curto

Ciclo Cultural - 1 Maio/10 Setembro										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,78	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	3,8	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Maio	4,78	27	0,7	4	0,7	0	1,1	0	0,6	103,726
Junho	6,08	0	0,7	30	0,7	0	1,1	0	0,6	127,68
Julho	6,08	0	0,7	3	0,7	28	1,1	0	0,6	200,032
Agosto	4,7	0	0,7	0	0,7	14	1,1	17	0,6	120,32
Setembro	3,95	0	0,7	0	0,7	0	1,1	10	0,6	23,7
TOTAL										575,458

Ano: 1989

Variedade:

Ciclo Médio

Ciclo Cultural - 1 Abril/25 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,78	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	3,8	30	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	79,8
Maio	4,78	0	0,7	31	0,7	0	1,1	0	0,6	103,726
Junho	6,08	0	0,7	10	0,7	20	1,1	0	0,6	176,32
Julho	6,08	0	0,7	0	0,7	25	1,1	6	0,6	189,088
Agosto	4,7	0	0,7	0	0,7	0	1,1	25	0,6	70,5
Setembro	3,95	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										619,434

Ano: 1989

Variedade:

Ciclo Longo

Ciclo Cultural - 10 Março/20 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,78	21	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	40,866
Abril	3,8	13	0,7	17	0,7	0	1,1	0	0,6	79,8
Maior	4,78	0	0,7	27	0,7	4	1,1	0	0,6	111,374
Junho	6,08	0	0,7	0	0,7	30	1,1	0	0,6	200,64
Julho	6,08	0	0,7	0	0,7	16	1,1	15	0,6	161,728
Agosto	4,7	0	0,7	0	0,7	0	1,1	20	0,6	56,4
Setembro	3,95	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										650,808

Ano: 1990

Variedade:

Ciclo Curto

Ciclo Cultural - 1 Maio/10 Setembro										
Mês	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	3,49	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	4,58	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Maior	5,72	27	0,7	4	0,7	0	1,1	0	0,6	124,124
Junho	5,88	0	0,7	30	0,7	0	1,1	0	0,6	123,48
Julho	6,58	0	0,7	3	0,7	28	1,1	0	0,6	216,482
Agosto	5,5	0	0,7	0	0,7	14	1,1	17	0,6	140,8
Setembro	3,89	0	0,7	0	0,7	0	1,1	10	0,6	23,34
TOTAL										628,226

Ano: 1990

Variedade: Ciclo Médio

Mês	Eto/dia	Ciclo Cultural - 1 Abril/25 Agosto									
		Início	Kc	Deserv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total	
Março	3,49	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0	
Abril	4,58	30	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	96,18	
Maio	5,72	0	0,7	31	0,7	0	1,1	0	0,6	124,124	
Junho	5,88	0	0,7	10	0,7	20	1,1	0	0,6	170,52	
Julho	6,58	0	0,7	0	0,7	25	1,1	6	0,6	204,638	
Agosto	5,5	0	0,7	0	0,7	0	1,1	25	0,6	82,5	
Setembro	3,89	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0	
TOTAL										677,962	

Ano: 1990

Variedade: Ciclo Longo

Mês	Eto/dia	Ciclo Cultural - 10 Março/20 Agosto									
		Início	Kc	Deserv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total	
Março	3,49	21	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	51,303	
Abril	4,58	13	0,7	17	0,7	0	1,1	0	0,6	96,18	
Maio	5,72	0	0,7	27	0,7	4	1,1	0	0,6	133,276	
Junho	5,88	0	0,7	0	0,7	30	1,1	0	0,6	194,04	
Julho	6,58	0	0,7	0	0,7	16	1,1	15	0,6	175,028	
Agosto	5,5	0	0,7	0	0,7	0	1,1	20	0,6	66	
Setembro	3,89	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0	
TOTAL										715,827	

Ano: 1991

Variedade

Ciclo Curto

Ciclo Cultural - 1 Maio/10 Setembro										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,6	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	4,01	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Maio	5,49	27	0,7	4	0,7	0	1,1	0	0,6	119,133
Junho	6,62	0	0,7	30	0,7	0	1,1	0	0,6	139,02
Julho	6,32	0	0,7	3	0,7	28	1,1	0	0,6	207,928
Agosto	5,74	0	0,7	0	0,7	14	1,1	17	0,6	146,944
Setembro	3,91	0	0,7	0	0,7	0	1,1	10	0,6	23,46
TOTAL										636,485

Ano: 1991

Variedade:

Ciclo Médio

Ciclo Cultural - 1 Abril/25 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,6	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	4,01	30	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	84,21
Maio	5,49	0	0,7	31	0,7	0	1,1	0	0,6	119,133
Junho	6,62	0	0,7	10	0,7	20	1,1	0	0,6	191,98
Julho	6,32	0	0,7	0	0,7	25	1,1	6	0,6	196,552
Agosto	5,74	0	0,7	0	0,7	0	1,1	25	0,6	86,1
Setembro	3,91	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										677,975

Ano: 1991

Variedade:

Ciclo Longo

Ciclo Cultural - 10 Março/20 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,6	21	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	38,22
Abril	4,01	13	0,7	17	0,7	0	1,1	0	0,6	84,21
Maio	5,49	0	0,7	27	0,7	4	1,1	0	0,6	127,917
Junho	6,62	0	0,7	0	0,7	30	1,1	0	0,6	218,46
Julho	6,32	0	0,7	0	0,7	16	1,1	15	0,6	168,112
Agosto	5,74	0	0,7	0	0,7	0	1,1	20	0,6	68,88
Setembro	3,91	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										705,799

Ano: 1992

Variedade:

Ciclo Curto

Ciclo Cultural - 1 Maio/10 Setembro										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	3	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	4,79	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Maio	5,76	27	0,7	4	0,7	0	1,1	0	0,6	124,992
Junho	5,28	0	0,7	30	0,7	0	1,1	0	0,6	110,88
Julho	6,96	0	0,7	3	0,7	28	1,1	0	0,6	228,984
Agosto	6,11	0	0,7	0	0,7	14	1,1	17	0,6	156,416
Setembro	4,07	0	0,7	0	0,7	0	1,1	10	0,6	24,42
TOTAL										645,692

Ano: 1992 Variedade: Ciclo Médio

Ciclo Cultural - 1 Abril/25 Agosto										
Mês	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	3	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	4,79	30	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	100,59
Mai	5,76	0	0,7	31	0,7	0	1,1	0	0,6	124,992
Junho	5,28	0	0,7	10	0,7	20	1,1	0	0,6	153,12
Julho	6,96	0	0,7	0	0,7	25	1,1	6	0,6	216,456
Agosto	6,11	0	0,7	0	0,7	0	1,1	25	0,6	91,65
Setembro	4,07	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										686,808

Ano: 1992 Variedade: Ciclo Longo

Ciclo Cultural - 10 Março/20 Agosto										
Mês	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	3	21	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	44,1
Abril	4,79	13	0,7	17	0,7	0	1,1	0	0,6	100,59
Mai	5,76	0	0,7	27	0,7	4	1,1	0	0,6	134,208
Junho	5,28	0	0,7	0	0,7	30	1,1	0	0,6	174,24
Julho	6,96	0	0,7	0	0,7	16	1,1	15	0,6	185,136
Agosto	6,11	0	0,7	0	0,7	0	1,1	20	0,6	73,32
Setembro	4,07	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										711,594

Ano: 1993

Variedade: Ciclo Curto

Ciclo Cultural - 1 Maio/10 Setembro										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,68	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	3,99	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Maio	4,14	27	0,7	4	0,7	0	1,1	0	0,6	89,838
Junho	5,82	0	0,7	30	0,7	0	1,1	0	0,6	122,22
Julho	7,67	0	0,7	3	0,7	28	1,1	0	0,6	252,343
Agosto	5,87	0	0,7	0	0,7	14	1,1	17	0,6	150,272
Setembro	3,67	0	0,7	0	0,7	0	1,1	10	0,6	22,02
TOTAL										636,693

Ano: 1993

Variedade: Ciclo Médio

Ciclo Cultural - 1 Abril/25 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,68	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	3,99	30	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	83,79
Maio	4,14	0	0,7	31	0,7	0	1,1	0	0,6	89,838
Junho	5,82	0	0,7	10	0,7	20	1,1	0	0,6	168,78
Julho	7,67	0	0,7	0	0,7	25	1,1	6	0,6	238,537
Agosto	5,87	0	0,7	0	0,7	0	1,1	25	0,6	88,05
Setembro	3,67	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										668,995

Ano: 1993

Variedade:

Ciclo Longo

Mes	Eto/dia	Ciclo Cultural - 10 Março/20 Agosto										Total
		Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	F.Est.	Kc	
Março	2,68	21	0,7	0	0,7	0	1,1	0	1,1	0	0,6	39,396
Abril	3,99	13	0,7	17	0,7	0	1,1	0	1,1	0	0,6	83,79
Maior	4,14	0	0,7	27	0,7	4	1,1	0	1,1	0	0,6	96,462
Junho	5,82	0	0,7	0	0,7	30	1,1	0	1,1	0	0,6	192,06
Julho	7,67	0	0,7	0	0,7	16	1,1	15	1,1	15	0,6	204,022
Agosto	5,87	0	0,7	0	0,7	0	1,1	20	1,1	20	0,6	70,44
Setembro	3,67	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL												686,17

Ano: 1994

Variedade:

Ciclo Curto

Mes	Eto/dia	Ciclo Cultural - 1 Maio/10 Setembro										Total
		Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	F.Est.	Kc	
Março	2,86	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	1,1	0	0,6	0
Abril	4,99	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	1,1	0	0,6	0
Maior	5,23	27	0,7	4	0,7	0	1,1	0	1,1	0	0,6	113,491
Junho	7,14	0	0,7	30	0,7	0	1,1	0	1,1	0	0,6	149,94
Julho	6,21	0	0,7	3	0,7	28	1,1	0	1,1	0	0,6	204,309
Agosto	5,91	0	0,7	0	0,7	14	1,1	17	1,1	17	0,6	151,296
Setembro	4,66	0	0,7	0	0,7	0	1,1	10	1,1	10	0,6	27,96
TOTAL												646,996

Ano: 1994

Variedade:

Ciclo Médio

Ciclo Cultural - 1 Abril/25 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,86	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
Abril	4,99	30	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	104,79
Maio	5,23	0	0,7	31	0,7	0	1,1	0	0,6	113,491
Junho	7,14	0	0,7	10	0,7	20	1,1	0	0,6	207,06
Julho	6,21	0	0,7	0	0,7	25	1,1	6	0,6	193,131
Agosto	5,91	0	0,7	0	0,7	0	1,1	25	0,6	88,65
Setembro	4,66	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										707,122

Ano: 1994

Variedade:

Ciclo Longo

Ciclo Cultural - 10 Março/20 Agosto										
Mes	Eto/dia	Início	Kc	Desenv.	Kc	M.Est.	Kc	F.Est.	Kc	Total
Março	2,86	21	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	42,042
Abril	4,99	13	0,7	17	0,7	0	1,1	0	0,6	104,79
Maio	5,23	0	0,7	27	0,7	4	1,1	0	0,6	121,859
Junho	7,14	0	0,7	0	0,7	30	1,1	0	0,6	235,62
Julho	6,21	0	0,7	0	0,7	16	1,1	15	0,6	165,186
Agosto	5,91	0	0,7	0	0,7	0	1,1	20	0,6	70,92
Setembro	4,66	0	0,7	0	0,7	0	1,1	0	0,6	0
TOTAL										740,417

Anexo 3 – Dados dos Gráficos Caudal vs Tempo

Dados do Gráfico Caudal vs Tempo para solo tipo arneiro

Tempo (minutos)	Caudal (l/s)	C.U.	A.A.R. (%)	Tempo (minutos)	Caudal (l/s)	C.U.	A.A.R. (%)
100	3,5	0,179	100	600	5	0,829	100
200	3,5	0,426	100	700	5	0,839	100
300	3,5	0,542	100	800	5	0,841	100
400	3,5	0,613	100	900	5	0,847	100
500	3,5	0,653	100	1000	5	0,852	100
600	3,5	0,679	100	1100	5	0,856	100
700	3,5	0,713	100	1200	5	0,86	100
800	3,5	0,725	100	1300	5	0,863	100
900	3,5	0,735	100	1400	5	0,865	100
1000	3,5	0,739	100	1500	5	0,868	100
1100	3,5	0,751	100	100	5,5	0,495	100
1200	3,5	0,754	100	200	5,5	0,781	100
1300	3,5	0,76	100	300	5,5	0,833	100
1400	3,5	0,765	100	400	5,5	0,837	100
1500	3,5	0,77	100	500	5,5	0,847	100
100	4	0,261	100	600	5,5	0,851	100
200	4	0,529	100	700	5,5	0,857	100
300	4	0,65	100	800	5,5	0,862	100
400	4	0,715	100	900	5,5	0,867	100
500	4	0,743	100	1000	5,5	0,871	100
600	4	0,764	100	1100	5,5	0,875	100
700	4	0,773	100	1200	5,5	0,878	100
800	4	0,781	100	1300	5,5	0,88	100
900	4	0,785	100	1400	5,5	0,882	100
1000	4	0,792	100	1500	5,5	0,884	100
1100	4	0,799	100	100	6	0,558	100
1200	4	0,804	100	200	6	0,812	100
1300	4	0,809	100	300	6	0,86	100
1400	4	0,813	100	400	6	0,862	100
1500	4	0,816	100	500	6	0,866	100
100	4,5	0,341	100	600	6	0,869	100
200	4,5	0,617	100	700	6	0,873	100
300	4,5	0,746	100	800	6	0,879	100
400	4,5	0,774	100	900	6	0,883	100
500	4,5	0,796	100	1000	6	0,886	100
600	4,5	0,799	100	1100	6	0,889	100
700	4,5	0,811	100	1200	6	0,892	100
800	4,5	0,814	100	1300	6	0,894	100
900	4,5	0,821	100	1400	6	0,895	100
1000	4,5	0,827	100	1500	6	0,897	100
1100	4,5	0,832	100	100	6,5	0,619	100
1200	4,5	0,836	100	200	6,5	0,844	100
1300	4,5	0,84	100	300	6,5	0,873	100
1400	4,5	0,843	100	400	6,5	0,876	100
1500	4,5	0,846	100	500	6,5	0,882	100
100	5	0,417	100	600	6,5	0,884	100
200	5	0,71	100	700	6,5	0,888	100
300	5	0,789	100	800	6,5	0,892	100
400	5	0,812	100	900	6,5	0,896	100
500	5	0,823	100	1000	6,5	0,899	100

Dados do Gráfico Caudal vs Tempo para solo tipo arneiro (continuação)

Tempo (minutos)	Caudal (l/s)	C.U.	A.A.R. (%)	Tempo (minutos)	Caudal (l/s)	C.U.	A.A.R. (%)
1100	6,5	0,901	100	100	8,5	0,807	100
1200	6,5	0,903	100	200	8,5	0,902	100
1300	6,5	0,905	100	300	8,5	0,921	100
1400	6,5	0,906	100	400	8,5	0,922	100
1500	6,5	0,908	100	500	8,5	0,923	100
100	7	0,666	100	600	8,5	0,923	100
200	7	0,878	100	700	8,5	0,926	100
300	7	0,887	100	800	8,5	0,932	100
400	7	0,895	100	900	8,5	0,933	100
500	7	0,895	100	1000	8,5	0,934	100
600	7	0,896	100	1100	8,5	0,935	100
700	7	0,9	100	1200	8,5	0,936	100
800	7	0,903	100	1300	8,5	0,936	100
900	7	0,906	100	1400	8,5	0,937	100
1000	7	0,909	100	1500	8,5	0,937	100
1100	7	0,911	100	50	9	0,701	100
1200	7	0,912	100	70	9	0,79	100
1300	7	0,914	100	100	9	0,841	100
1400	7	0,915	100	150	9	0,889	100
1500	7	0,916	100	200	9	0,913	100
100	7,5	0,722	100	250	9	0,951	100
200	7,5	0,886	100	50	10	0,734	100
300	7,5	0,903	100	70	10	0,803	100
400	7,5	0,906	100	100	10	0,852	100
500	7,5	0,906	100	150	10	0,905	100
600	7,5	0,907	100	200	10	0,948	100
700	7,5	0,91	100	50	11	0,741	100
800	7,5	0,913	100	70	11	0,804	100
900	7,5	0,915	100	100	11	0,887	100
1000	7,5	0,917	100	150	11	0,942	100
1100	7,5	0,919	100	50	12	0,75	100
1200	7,5	0,92	100	70	12	0,814	100
1300	7,5	0,922	100	100	12	0,901	100
1400	7,5	0,923	100	150	12	0,96	100
1500	7,5	0,924	100	50	13	0,753	100
100	8	0,767	100	70	13	0,853	100
200	8	0,9	100	100	13	0,92	100
300	8	0,904	100	150	13	0,963	100
400	8	0,908	100	50	14	0,76	100
500	8	0,912	100	70	14	0,907	100
600	8	0,916	100	100	14	0,934	100
700	8	0,922	100	50	15	0,808	100
800	8	0,924	100	70	15	0,911	100
900	8	0,926	100	100	15	0,947	100
1000	8	0,927	100	50	16	0,856	100
1100	8	0,928	100	70	16	0,919	100
1200	8	0,93	100	100	16	0,952	100
1300	8	0,931	100				
1400	8	0,931	100				
1500	8	0,932	100				

Dados do Gráfico Caudal vs Tempo para solo tipo várzea

Tempo (minutos)	Caudal (l/s)	C.U.	A.A.R. (%)	Tempo (minutos)	Caudal (l/s)	C.U.	A.A.R. (%)
200	1,5	0,312	51,1	1300	4	0,958	100
400	1,5	0,629	68,4	1400	4	0,959	100
600	1,5	0,760	87,9	1500	4	0,960	100
800	1,5	0,790	100	200	4,5	0,924	100
1000	1,5	0,809	100	400	4,5	0,963	100
1200	1,5	0,827	100	600	4,5	0,961	100
1300	1,5	0,830	100	800	4,5	0,963	100
1400	1,5	0,835	100	1000	4,5	0,964	100
1500	1,5	0,840	100	1200	4,5	0,965	100
200	2	0,533	49,5	1300	4,5	0,965	100
400	2	0,804	82,6	1400	4,5	0,966	100
600	2	0,852	100	1500	4,5	0,966	100
800	2	0,862	100	40	5	0,614	100
1000	2	0,873	100	50	5	0,700	9,8
1200	2	0,883	100	70	5	0,743	26,7
1300	2	0,886	100	100	5	0,862	66,8
1400	2	0,889	100	150	5	0,941	100
1500	2	0,892	100	200	5	0,968	100
200	2,5	0,708	56	40	6	0,678	7,2
400	2,5	0,870	100	50	6	0,732	14,1
600	2,5	0,891	100	70	6	0,778	45
800	2,5	0,903	100	100	6	0,914	87
1000	2,5	0,908	100	150	6	0,958	100
1200	2,5	0,914	100	40	7	0,696	9,9
1300	2,5	0,916	100	50	7	0,740	19,7
1400	2,5	0,918	100	70	7	0,841	58
1500	2,5	0,920	100	100	7	0,929	100
200	3	0,819	67,1	150	7	0,962	100
400	3	0,913	100	40	8	0,717	13,9
600	3	0,923	100	50	8	0,783	30
800	3	0,928	100	70	8	0,918	83,2
1000	3	0,932	100	100	8	0,937	100
1200	3	0,936	100	40	9	0,752	17,8
1300	3	0,937	100	50	9	0,817	38
1400	3	0,938	100	70	9	0,958	88
1500	3	0,939	100	100	9	0,961	100
200	3,5	0,877	82,3	40	10	0,774	19,2
400	3,5	0,932	100	50	10	0,896	49
600	3,5	0,937	100	70	10	0,969	100
800	3,5	0,941	100	100	10	0,975	100
1000	3,5	0,945	100				
1200	3,5	0,947	100				
1300	3,5	0,948	100				
1400	3,5	0,949	100				
1500	3,5	0,950	100				
200	4	0,913	100				
400	4	0,949	100				
600	4	0,950	100				
800	4	0,953	100				
1000	4	0,956	100				
1200	4	0,957	100				

Anexo 4

Água infiltrada disponível para produzir (mm por ha)

TRD1 = 1987-1994 TRD2 = 1989-1994

Solo/regia	
CL1.1	100
CL1.2	200
CL1.3	300
CL1.4	400
CL1.5	500
CL1.6	600
CL1.7	700
CL1.8	800
CL2.1	35
CL2.2	70
CL2.3	105
CL2.4	140
CL2.5	175
CL2.6	210
CL2.7	245
CL2.8	280
CL2.9	315
CL2.10	350
CL2.11	385
CL2.12	420
CL2.13	455
CL2.14	490
CL2.15	525
CL2.16	560
CL2.17	595
CL2.18	630
CL2.19	665
CL2.20	700
CL2.21	735
CL2.22	770

SLG1 e SLG2 = 1989-1994

Solo/regia	
CL1.1	100
CL1.2	200
CL1.3	300
CL1.4	400
CL1.5	500
CL1.6	600
CL1.7	700
CL1.8	800
CL2.1	35
CL2.2	70
CL2.3	105
CL2.4	140
CL2.5	175
CL2.6	210
CL2.7	245
CL2.8	280
CL2.9	315
CL2.10	350
CL2.11	385
CL2.12	420

Anexo 4 (continuação)

CL2.13	455
CL2.14	490
CL2.15	525
CL2.16	560
CL2.17	595
CL2.18	630
CL2.19	665
CL2.20	700
CL2.21	735
CL2.22	770

GGT1, GGT2, GGT3, GGT4, GGT5, GGT6, PIV1, PIV2 = 1989-1994
Em ambos os solos CL1 e CL2

rega	
1	35
2	70
3	105
4	140
5	175
6	210
7	245
8	280
9	315
10	350
11	385
12	420
13	455
14	490
15	525
16	560
17	595
18	630
19	665
20	700
21	735
22	770

Anexo 5

Dotações de água aplicadas (mm por ha)

TRD1 = 1987-1994 TRD2 = 1989-1994

Solo/CU/AAR/Rega	
CL1.76.60.1	125
CL1.76.60.2	250
CL1.76.60.3	375
CL1.76.60.4	500
CL1.76.60.5	625
CL1.76.60.6	750
CL1.76.60.7	875
CL1.76.60.8	1000
CL2.76.60.1	50
CL2.76.60.2	100
CL2.76.60.3	150
CL2.76.60.4	200
CL2.76.60.5	250
CL2.76.60.6	300
CL2.76.60.7	350
CL2.76.60.8	400
CL2.76.60.9	450
CL2.76.60.10	500
CL2.76.60.11	550
CL2.76.60.12	600
CL2.76.60.13	650
CL2.76.60.14	700
CL2.76.60.15	750
CL2.76.60.16	800
CL2.76.60.17	850
CL2.76.60.18	900
CL2.76.60.19	950
CL2.76.60.20	1000
CL2.76.60.21	1050
CL2.76.60.22	1100

SLG1 e SLG2 = 1989-1994

Solo/CU/AAR/Rega	
CL1.76.60.1	101.4
CL1.76.60.2	202.8
CL1.76.60.3	304.2
CL1.76.60.4	405.6
CL1.76.60.5	507
CL1.76.60.6	608.4
CL1.76.60.7	709.8
CL1.76.60.8	811.2
CL1.76.70.1	114.4
CL1.76.70.2	228.8
CL1.76.70.3	343.2
CL1.76.70.4	457.6
CL1.76.70.5	572
CL1.76.70.6	686.4
CL1.76.70.7	800.8
CL1.76.70.8	915.2

Anexo 5 (continuação)

CL1.76.80.1	130.2
CL1.76.80.2	260.4
CL1.76.80.3	390.6
CL1.76.80.4	520.8
CL1.76.80.5	651
CL1.76.80.6	781.2
CL1.76.80.7	911.4
CL1.76.80.8	1041.6
CL1.84.60.1	97.2
CL1.84.60.2	194.4
CL1.84.60.3	291.6
CL1.84.60.4	388.8
CL1.84.60.5	486
CL1.84.60.6	583.2
CL1.84.60.7	680.4
CL1.84.60.8	777.6
CL1.84.70.1	115.5
CL1.84.70.2	231
CL1.84.70.3	364.5
CL1.84.70.4	462
CL1.84.70.5	577.5
CL1.84.70.6	693
CL1.84.70.7	808.5
CL1.84.70.8	924
CL1.84.80.1	124
CL1.84.80.2	248
CL1.84.80.3	372
CL1.84.80.4	496
CL1.84.80.5	620
CL1.84.80.6	744
CL1.84.80.7	868
CL1.84.80.8	992
CL1.84.90.1	139.2
CL1.84.90.2	278.4
CL1.84.90.3	417.6
CL1.84.90.4	556.8
CL1.84.90.5	696
CL1.84.90.6	835.2
CL1.84.90.7	974.4
CL1.84.90.8	1113.6
CL1.92.60.1	115.5
CL1.92.60.2	231
CL1.92.60.3	346.5
CL1.92.60.4	462
CL1.92.60.5	577.5
CL1.92.60.6	693
CL1.92.60.7	808.5
CL1.92.60.8	924
CL1.92.70.1	109.2
CL1.92.70.2	218.4
CL1.92.70.3	327.6
CL1.92.70.4	436.8
CL1.92.70.5	546

Anexo 5 (continuação)

CL1.92.70.6	655.2
CL1.92.70.7	764.4
CL1.92.70.8	873.6
CL1.92.80.1	118.8
CL1.92.80.2	223.6
CL1.92.80.3	335.4
CL1.92.80.4	447.2
CL1.92.80.5	559
CL1.92.80.6	670.8
CL1.92.80.7	782.6
CL1.92.80.8	894.4
CL1.92.90.1	125.4
CL1.92.90.2	250.8
CL1.92.90.3	376.2
CL1.92.90.4	501.6
CL1.92.90.5	627
CL1.92.90.6	752.4
CL1.92.90.7	877.8
CL1.92.90.8	1003.2
CL2.76.60.1	218.4
CL2.76.60.2	436.8
CL2.76.60.3	655.2
CL2.76.60.4	873.6
CL2.76.60.5	1092
CL2.76.60.6	1310.4
CL2.76.60.7	1528.8
CL2.76.60.8	1747.2
CL2.76.60.9	1965.6
CL2.76.60.10	2184
CL2.76.60.11	2402.4
CL2.76.60.12	2620.8
CL2.76.60.13	2839.2
CL2.76.60.14	3057.6
CL2.76.60.15	3276
CL2.76.60.16	3494.4
CL2.76.60.17	3712.8
CL2.76.60.18	3931.2
CL2.76.60.19	4149.6
CL2.76.60.20	4368
CL2.76.60.21	4586.4
CL2.76.60.22	4804.8
CL2.76.70.1	249.6
CL2.76.70.2	499.2
CL2.76.70.3	748.8
CL2.76.70.4	998.4
CL2.76.70.5	1248
CL2.76.70.6	1497.6
CL2.76.70.7	1747.2
CL2.76.70.8	1996.8
CL2.76.70.9	2246.4
CL2.76.70.10	2496
CL2.76.70.11	2745.6
CL2.76.70.12	2995.2
CL2.76.70.13	3244.8
CL2.76.70.14	3494.4

Anexo 5 (continuação)

CL2.76.70.15	3744
CL2.76.70.16	3993.6
CL2.76.70.17	4243.2
CL2.76.70.18	4492.8
CL2.76.70.19	4742.4
CL2.76.70.20	4992
CL2.76.70.21	5241.6
CL2.76.70.22	5491.2
CL2.76.80.1	285.2
CL2.76.80.2	570.4
CL2.76.80.3	855.6
CL2.76.80.4	1140.8
CL2.76.80.5	1426
CL2.76.80.6	1711.2
CL2.76.80.7	1996.4
CL2.76.80.8	2281.6
CL2.76.80.9	2566.8
CL2.76.80.10	2852
CL2.76.80.11	3137.2
CL2.76.80.12	3422.4
CL2.76.80.13	3707.6
CL2.76.80.14	3992.8
CL2.76.80.15	4278
CL2.76.80.16	4563.2
CL2.76.80.17	4848.4
CL2.76.80.18	5133.6
CL2.76.80.19	5418.8
CL2.76.80.20	5704
CL2.76.80.21	5989.2
CL2.76.80.22	6274.4
CL2.84.60.1	174.6
CL2.84.60.2	349.2
CL2.84.60.3	523.8
CL2.84.60.4	698.4
CL2.84.60.5	873
CL2.84.60.6	1047.6
CL2.84.60.7	1222.2
CL2.84.60.8	1396.8
CL2.84.60.9	1571.4
CL2.84.60.10	1746
CL2.84.60.11	1920.6
CL2.84.60.12	2095.2
CL2.84.60.13	2269.8
CL2.84.60.14	2444.4
CL2.84.60.15	2619
CL2.84.60.16	2793.6
CL2.84.60.17	2968.2
CL2.84.60.18	3142.8
CL2.84.60.19	3317.4
CL2.84.60.20	3492
CL2.84.60.21	3666.6
CL2.84.60.22	3841.2
CL2.84.70.1	227.7
CL2.84.70.2	455.4
CL2.84.70.3	683.1
CL2.84.70.4	910.8

Anexo 5 (continuação)

CL2.84.70.5	1138.5
CL2.84.70.6	1366.2
CL2.84.70.7	1593.9
CL2.84.70.8	1821.6
CL2.84.70.9	2049.3
CL2.84.70.10	2277
CL2.84.70.11	2504.7
CL2.84.70.12	2732.4
CL2.84.70.13	2960.1
CL2.84.70.14	3187.8
CL2.84.70.15	3415.5
CL2.84.70.16	3643.2
CL2.84.70.17	3870.9
CL2.84.70.18	4098.6
CL2.84.70.19	4326.3
CL2.84.70.20	4554
CL2.84.70.21	4781.7
CL2.84.70.22	5009.4
CL2.84.80.1	260
CL2.84.80.2	520
CL2.84.80.3	780
CL2.84.80.4	1040
CL2.84.80.5	1300
CL2.84.80.6	1560
CL2.84.80.7	1820
CL2.84.80.8	2080
CL2.84.80.9	2340
CL2.84.80.10	2600
CL2.84.80.11	2860
CL2.84.80.12	3120
CL2.84.80.13	3380
CL2.84.80.14	3640
CL2.84.80.15	3900
CL2.84.80.16	4160
CL2.84.80.17	4420
CL2.84.80.18	4680
CL2.84.80.19	4940
CL2.84.80.20	5200
CL2.84.80.21	5460
CL2.84.80.22	5720
CL2.84.90.1	288
CL2.84.90.2	576
CL2.84.90.3	864
CL2.84.90.4	1152
CL2.84.90.5	1440
CL2.84.90.6	1728
CL2.84.90.7	2016
CL2.84.90.8	2304
CL2.84.90.9	2592
CL2.84.90.10	2880
CL2.84.90.11	3168
CL2.84.90.12	3456
CL2.84.90.13	3744
CL2.84.90.14	4032
CL2.84.90.15	4320
CL2.84.90.16	4608
CL2.84.90.17	4896

Anexo 5 (continuação)

CL2.84.90.18	5184
CL2.84.90.19	5472
CL2.84.90.20	5760
CL2.84.90.21	6048
CL2.84.90.22	6336
CL2.92.90.1	261.8
CL2.92.90.2	523.6
CL2.92.90.3	785.4
CL2.92.90.4	1047.2
CL2.92.90.5	1309
CL2.92.90.6	1570.8
CL2.92.90.7	1832.6
CL2.92.90.8	2094.4
CL2.92.90.9	2356.2
CL2.92.90.10	2618
CL2.92.90.11	2879.8
CL2.92.90.12	3141.6
CL2.92.90.13	3403.4
CL2.92.90.14	3665.2
CL2.92.90.15	3927
CL2.92.90.16	4188.8
CL2.92.90.17	4450.6
CL2.92.90.18	4712.4
CL2.92.90.19	4974.2
CL2.92.90.20	5236
CL2.92.90.21	5497.8
CL2.92.90.22	5759.6

GGT1, GGT2, GGT3, GGT4, GGT5, GGT6 = 1989-1994
Solos CL1 e CL2

CU/AAR/Rega

76.60.1	37.8
76.60.2	75.6
76.60.3	113.4
76.60.4	151.2
76.60.5	189
76.60.6	226.8
76.60.7	264.6
76.60.8	302.4
76.60.9	340.2
76.60.10	378
76.60.11	415.8
76.60.12	453.6
76.60.13	491.4
76.60.14	529.2
76.60.15	567
76.60.16	604.8
76.60.17	642.6
76.60.18	680.4
76.60.19	718.2
76.60.20	756
76.60.21	793.8
76.60.22	831.6

Anexo 5 (continuação)

76.70.1	41.65
76.70.2	83.3
76.70.3	124.95
76.70.4	166.6
76.70.5	208.25
76.70.6	249.9
76.70.7	291.55
76.70.8	333.2
76.70.9	374.85
76.70.10	416.5
76.70.11	458.15
76.70.12	499.8
76.70.13	541.45
76.70.14	583.1
76.70.15	624.75
76.70.16	666.4
76.70.17	708.05
76.70.18	749.7
76.70.19	791.35
76.70.20	833
76.70.21	874.65
76.70.22	916.3
76.80.1	46.9
76.80.2	93.8
76.80.3	140.7
76.80.4	187.6
76.80.5	234.5
76.80.6	281.4
76.80.7	328.3
76.80.8	375.2
76.80.9	422.1
76.80.10	469
76.80.11	515.9
76.80.12	562.8
76.80.13	609.7
76.80.14	656.6
76.80.15	703.5
76.80.16	750.4
76.80.17	797.3
76.80.18	844.2
76.80.19	891.1
76.80.20	938
76.80.21	984.9
76.80.22	1031.8
76.90.1	57.05
76.90.2	114.1
76.90.3	171.15
76.90.4	228.2
76.90.5	285.25
76.90.6	342.3
76.90.7	399.35
76.90.8	456.4
76.90.9	513.45
76.90.10	570.5
76.90.11	627.55
76.90.12	684.6

Anexo 5 (continuação)

76.90.13	741.65
76.90.14	798.7
76.90.15	855.75
76.90.16	912.8
76.90.17	969.85
76.90.18	1026.9
76.90.19	1083.95
76.90.20	1141
76.90.21	1198.05
76.90.22	1255.1
84.60.1	36.77
84.60.2	73.5
84.60.3	110.25
84.60.4	147
84.60.5	183.75
84.60.6	220.5
84.60.7	257.25
84.60.8	294
84.60.9	330.75
84.60.10	367.5
84.60.11	404.25
84.60.12	441
84.60.13	477.75
84.60.14	514.5
84.60.15	551.25
84.60.16	588
84.60.17	624.75
84.60.18	661.5
84.60.19	698.25
84.60.20	735
84.60.21	771.75
84.60.22	808.5
84.70.1	39.2
84.70.2	78.4
84.70.3	117.6
84.70.4	156.8
84.70.5	196
84.70.6	235.2
84.70.7	274.4
84.70.8	313.6
84.70.9	352.8
84.70.10	392
84.70.11	431.2
84.70.12	470.4
84.70.13	509.6
84.70.14	548.8
84.70.15	588
84.70.16	627.2
84.70.17	666.4
84.70.18	705.6
84.70.19	744.8
84.70.20	784
84.70.21	823.2
84.70.22	862.4

Anexo 5 (continuação)

84.80.1	42
84.80.2	84
84.80.3	126
84.80.4	168
84.80.5	210
84.80.6	252
84.80.7	294
84.80.8	336
84.80.9	378
84.80.10	420
84.80.11	462
84.80.12	504
84.80.13	546
84.80.14	588
84.80.15	630
84.80.16	672
84.80.17	714
84.80.18	756
84.80.19	798
84.80.20	840
84.80.21	882
84.80.22	924
84.90.1	47.25
84.90.2	94.5
84.90.3	141.75
84.90.4	189
84.90.5	236.25
84.90.6	283.5
84.90.7	330.75
84.90.8	378
84.90.9	425.25
84.90.10	472.5
84.90.11	519.75
84.90.12	567
84.90.13	614.25
84.90.14	661.5
84.90.15	708.75
84.90.16	756
84.90.17	803.25
84.90.18	850.5
84.90.19	897.75
84.90.20	945
84.90.21	992.25
84.90.22	1039.5
92.60.1	35.7
92.60.2	71.4
92.60.3	107.1
92.60.4	142.8
92.60.5	178.5
92.60.6	214.2
92.60.7	249.9
92.60.8	285.6
92.60.9	321.3
92.60.10	357
92.60.11	392.7
92.60.12	428.4
92.60.13	464.1

Anexo 5 (continuação)

92.60.14	499.8
92.60.15	535.5
92.60.16	571.2
92.60.17	606.9
92.60.18	642.6
92.60.19	678.3
92.60.20	714
92.60.21	749.7
92.60.22	785.4
92.70.1	36.75
92.70.2	73.5
92.70.3	110.25
92.70.4	147
92.70.5	183.75
92.70.6	220.5
92.70.7	257.25
92.70.8	294
92.70.9	330.75
92.70.10	367.5
92.70.11	404.25
92.70.12	441
92.70.13	477.75
92.70.14	514.5
92.70.15	551.25
92.70.16	588
92.70.17	624.75
92.70.18	661.5
92.70.19	698.25
92.70.20	735
92.70.21	771.75
92.70.22	808.5
92.80.1	38.15
92.80.2	76.3
92.80.3	114.45
92.80.4	152.6
92.80.5	190.75
92.80.6	228.9
92.80.7	267.05
92.80.8	305.2
92.80.9	343.35
92.80.10	381.5
92.80.11	419.65
92.80.12	457.8
92.80.13	495.95
92.80.14	534.1
92.80.15	572.25
92.80.16	610.4
92.80.17	648.55
92.80.18	686.7
92.80.19	724.85
92.80.20	763
92.80.21	801.15
92.80.22	839.3

Anexo 5 (continuação)

92.90.1	40.25
92.90.2	80.5
92.90.3	120.75
92.90.4	161
92.90.5	201.25
92.90.6	241.5
92.90.7	281.75
92.90.8	322
92.90.9	362.25
92.90.10	402.5
92.90.11	442.75
92.90.12	483
92.90.13	523.25
92.90.14	563.5
92.90.15	603.75
92.90.16	644
92.90.17	684.25
92.90.18	724.5
92.90.19	764.75
92.90.20	805
92.90.21	845.25
92.90.22	885.5

