

# **Gestão da Empresa Agrícola no Século XXI**

## **Manual II - Gestão e Administração de Empresas**

Elaboração Conjunta AJAP/Agri-Ciência  
Coordenação Científica e Redacção:  
António Afonso Pinheiro, José Castro Coelho e Miguel de Castro Neto

Recolha de Informação de Campo:  
Equipa técnica da AJAP

Medida 10 – Convite Público nº 04/2004  
Projecto n.º 2005090010264





## **ÍNDICE**

### **CAPÍTULO 1 – O QUE SE PODE PRODUZIR?**

- 1.1. Condicionantes da escolha dum sistema de culturas/  
rotação de culturas
- 1.2. Levantamento das condições edafo-climáticas  
e identificação dos factores chave que influenciam a  
produção: cartas de aptidão cultural
- 1.3. Requisitos das culturas
- 1.4. Recursos Disponíveis
- 1.5. Definição/escolha do sistema de culturas e da  
rotação de culturas

### **Capítulo 2. O que produzir e Como produzir:**

#### **Decisões de curto prazo**

- 2.1 Conceitos Fundamentais
- 2.2 Indicadores económicos e financeiros mais  
adequados para caracterizar as actividades de curta  
duração
- 2.3 Objectivos do Empresário
- 2.4 Quanto produzir
- 2.5. Como combinar os factores para produzir ao mínimo  
custo
- 2.6 Como repartir (afectar) um recurso escasso

### **CAPÍTULO 3 – O QUE SE DEVE PRODUZIR:**

#### **DECISÕES DE LONGO PRAZO**

- 3.1. O tempo e o valor do dinheiro
- 3.2. A taxa de juro de actualização, ou de capitalização
- 3.3. Indicadores económico-financeiros para caracterizar  
actividades de longa duração: o valor actual líquido,  
VAL, e a taxa interna de rendibilidade, TIR
- 3.4. Exemplo de cálculo do Valor Actual Líquido,  
VAL, e da Taxa Interna de Rendibilidade, TIR de um  
investimento.

### **Capítulo 4. Tipos de mercados e de restrições com que o empresário se confronta**

1. Tipos de mercados
2. Tipos de restrições

### **Capítulo 5. Métodos de Apoio à Decisão**

1. O Método dos Orçamentos
2. O método de programação linear



## Capítulo 1 – O que se pode produzir?

Sendo certa a regra de que deve produzir-se o que consegue vender-se, ao invés de tentar vender-se o que consegue produzir-se, é preciso ter em atenção que a produção agrícola é uma actividade com uma forte ligação e dependência da natureza. Por isso, o agricultor, para além de saber o que consegue vender-se, necessita de dispor de conhecimentos sobre os solos, a topografia, o clima, o uso de variedades de sementes e de raças animais. Deve, também, considerar as opções de cultivo e de uso de factores de produção, bem como os seus impactes no ambiente. Deve, ainda, esforçar-se por conservar os activos da sua exploração/negócio, incluindo aí os recursos naturais (solos, água, biodiversidade, etc.), tendo em vista a perpetuidade do seu uso, isto é uma produção sustentável. O produtor agrícola confronta-se, pois, directamente com vários elementos do meio ambiente, que condicionam em grande medida o que se pode produzir (?).

### 1.1. Condicionantes da escolha dum sistema de culturas/ rotação de culturas

A escolha das culturas a realizar carece da consideração e análise de uma série de variáveis chave (Figura 1). Normalmente, e por ordem sequencial, consideram-se as seguintes variáveis ou limitações:

Condições edafo-climáticas (radiação, temperatura; precipitação, evapotranspiração, geadas, tipo de solo, declive; pedregosidade; espessura efectiva do solo; défice hídrico; características químicas, físicas e biológicas do perfil cultural, etc.);

Recursos disponíveis (terra, trabalho, água, capital, etc.);

Condições económicas (relacionadas as condições de mercados/ preços dos factores de produção e de escoamento dos produtos, com o regime de acesso e a taxa de juro do crédito, etc.);

Condições específicas da própria exploração (associadas, por exemplo, com a sua dimensão, o grau de mecanização, a capacidade de organização empresarial e os valores e gosto pessoal do empresário).

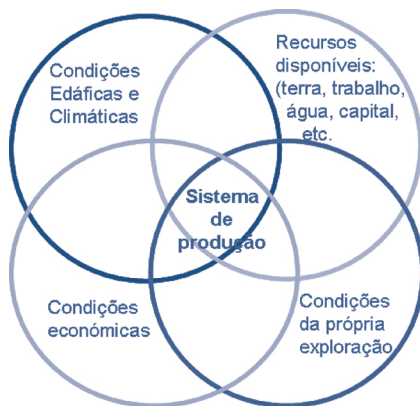


Figura 1. Variáveis chave para a escolha do sistema de produção

Dentre as condições biofísicas mais determinantes para o que se pode produzir num determinado local, encontram-se os seguintes factores e elementos climáticos: radiação, temperatura, geadas, precipitação, vento e evapotranspiração.

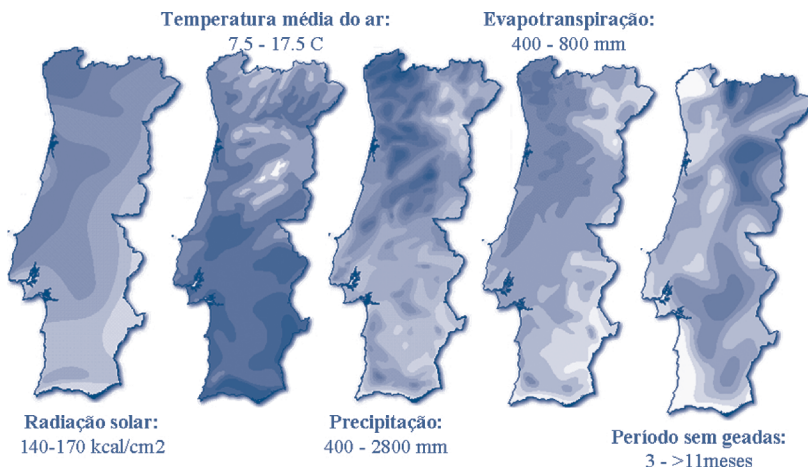


Figura 2. Caracterização das condições climáticas de Portugal

Outras importantes restrições biofísicas a considerar, prendem-se com as características geomorfológicas dos solos, determinadas, entre outras, pelo tipo de formação geológica, o tipo de solo e o relevo/altitude do local.

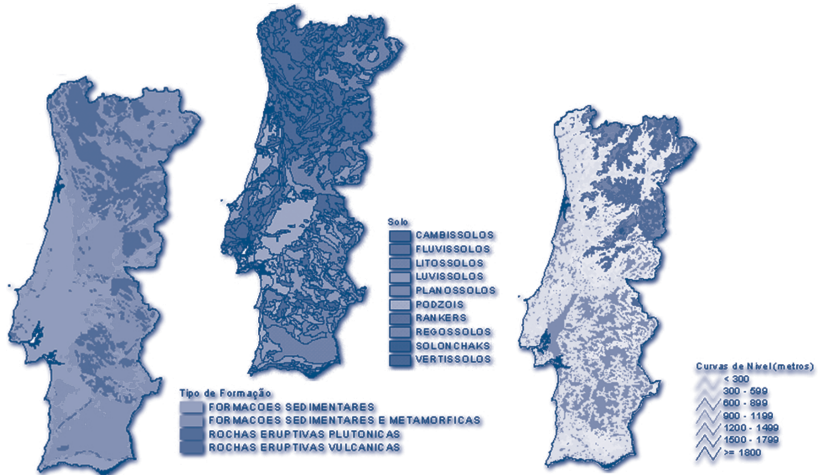


Figura 3. Caracterização das condições geomorfológicas de Portugal

O ambiente físico condiciona, em larga medida, os tipos de actividade a que a empresa agrícola se pode dedicar, dependendo da adequação do clima, solo e topografia, às condições requeridas pela espécie vegetal a utilizar e pelo modo de cultivo (regadio ou sequeiro, ao ar livre ou em estufa, etc.).

Regra geral, para uma primeira apreciação das restrições que as condições biofísicas impõem à selecção das actividades que podem ser levadas a cabo, aconselha-se a adopção de um esquema de raciocínio do tipo do apresentado na figura seguinte.

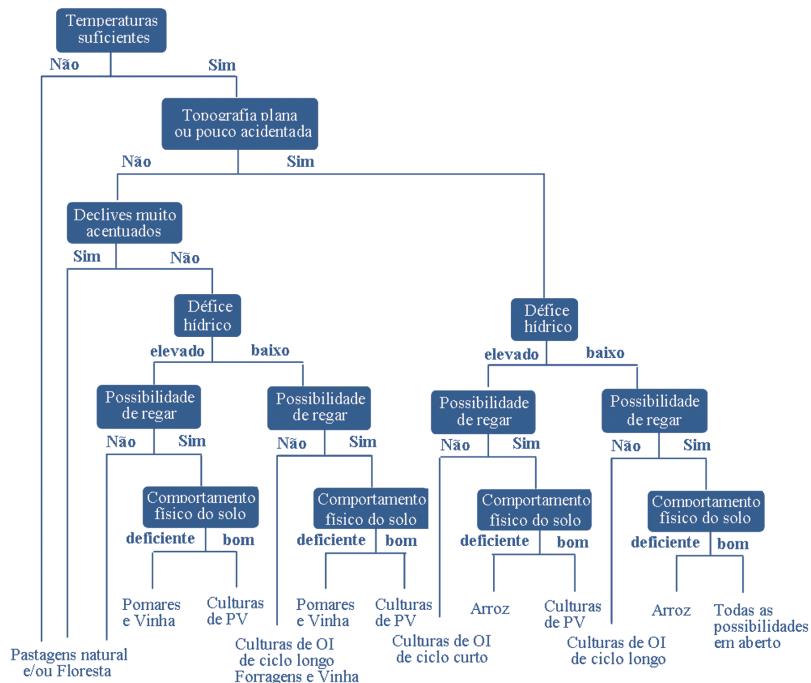


Figura 4. Chave dicotómica para a eleição dos sistemas de cultura (PV – Primavera/Verão; OI – Outono /Inverno)

## 1.2. Levantamento das condições edafo-climáticas e identificação dos factores chave que influenciam a produção: cartas de aptidão cultural

O objectivo deste ponto é o de, uma vez delimitada uma área de estudo (região, exploração ou parcela), determinar a aptidão dessa mesma área para uma ou mais culturas, de acordo com uma chave de classificação em quatro classes: “Aptidão nula”; “Aptidão reduzida”; “Aptidão moderada”; “Aptidão elevada”.

Para sermos capazes de fazer isto precisamos, à partida, de um conjunto de dados e regras, ou raciocínios, que, no seu conjunto, formem um modelo do tipo do sumariamente descrito em seguida.



O conjunto de dados de que necessitamos à partida para construir um modelo de classificação da aptidão cultural, compreende, no mínimo, uma carta de solos, uma carta de declives (ou carta militar com curvas de nível a partir das quais se podem estimar os declives) e dados duma estação climatológica. Com base nesta informação, é possível definir e contrastar as disponibilidades do meio com os requisitos das culturas no que diz respeito aos seguintes factores:

Carta de solos: Tipo de solo, perfil tipo, pH, espessura efectiva, condutividade, textura e hidromorfismo;

Carta de declives: declive em percentagem;

Dados climáticos: temperaturas mínimas, temperaturas máximas; geadas; integrais térmicos e precipitação (importante para o caso das culturas efectuadas em regime de sequeiro).

Obviamente que será sempre possível adicionar novos factores em função dos recursos de informação disponíveis e redefinir os critérios de aptidão com base nesses novos recursos.

Normalmente, todo o processo de classificação da aptidão cultural de um determinado local parte de uma carta de solos (Figura 5). Uma vez identificados os solos existentes nesse local, segue-se a recolha de informação relativa à caracterização de cada horizonte dos solos. O Quadro 1 lista as variáveis normalmente consideradas para esse efeito.

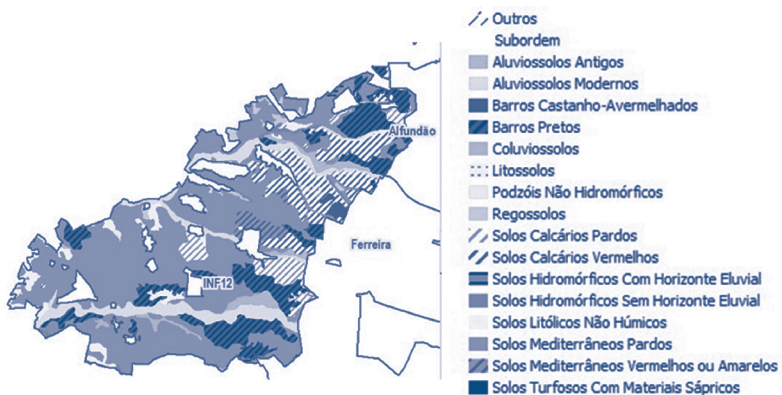


Figura 5. Exemplo de uma carta de solos

Quadro 1 – Variáveis de caracterização dos horizontes dos solos.

Variável	Descrição	Unidades
Horizonte	Designação do horizonte	-
Prof_topo	Profundidade do topo do horizonte	cm
Prof_base	Profundidade da base do horizonte	cm
Areia_grossa	Teor de areia grossa	%
Areia_fina	Teor de areia fina	%
Limo	Teor de limo	%
Argila	Teor de argila	%
Estrutura	Classe de estrutura	-
MO	Teor de matéria orgânica	%
pH_agua	PH em água	-
CTC	Capacidade de troca catiónica	meq.100g <sup>-1</sup>
DAP	Densidade aparente	-
CC	Capacidade de campo	%
CFU	Capacidade facilmente utilizável	%
CE	Coefficiente de emurchecimento	%
Perm_const	Permeabilidade constante	cm/h
Cond	Condutividade	mmhos.cm <sup>-1</sup>

Recolhida a informação dos solos é, então, necessário passar à fase de recolha da informação climática. O primeiro problema relacionado com esta fase é o de escolher a(s) estação(ões) climatológica(s) que melhor caracteriza(m) o local ou a região em estudo. Para resolver esta questão é comum recorrer-se à chamada “área de influência” de cada estação (ver figura seguinte).

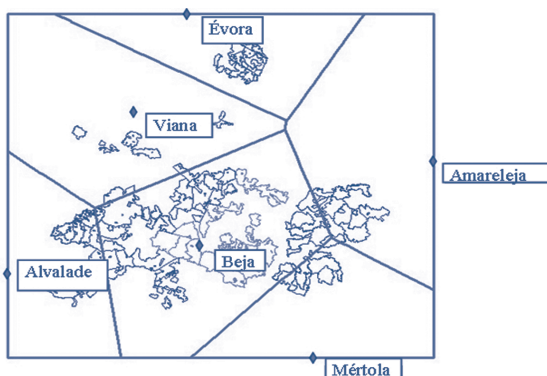


Figura 6. Áreas de influência definidas para cada estação

Escolhida a estação, as variáveis climáticas que é necessário e comum registar e calcular são as apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Variáveis climáticas a registar para cada estação climatológica.

Variável	Unidades	Descrição
T	°C	Temperatura média diária
T9	°C	Temperatura às 9h
Tmin	°C	Temperatura mínima
Tmax	°C	Temperatura máxima
Tamin	°C	Temperatura mínima absoluta
Tamax	°C	Temperatura máxima absoluta
R	mm	Precipitação
R01	-	Número de dias com precipitação superior a 0.1 mm
R1	-	Número de dias com precipitação superior a 1 mm
R10	-	Número de dias com precipitação superior a 10 mm
I	h	Horas de insolação
Geada	-	Número de dias com geada
HR9	%	Humidade relativa às 9h
Vento	km/h	Velocidade do vento
IT5	°C.dia	Integral térmico calculado no base 5°C
IT6	°C.dia	Integral térmico calculado no base 6°C

O tratamento dos dados climáticos, referentes a um período de tempo alargado (30 anos, ou mais) é, normalmente, efectuado em duas etapas: na primeira etapa os dados são tratados de molde a gerar um resumo mensal de cada uma das variáveis (Figura 7); na segunda etapa são cruzados dados originais, os resultados da primeira etapa e ainda dados das culturas, ou tecnologias, de forma a gerar um resumo final (Figura 8). Por exemplo, para calcular o integral térmico é preciso definir qual a temperatura base mais indicada para a cultura e o período (meses ou quinzenas) para o qual deverá ser efectuado (Primavera-Verão; Outono-Inverno).

Código	Nome	Var	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
183	Alvalade	Geada	13	12	6	2	0	0	0	0	0	1	7	14
183	Alvalade	IT5	110.7	135.9	191.8	254.0	335.6	445.5	501.6	518.3	461.4	343.7	203.0	111.1
183	Alvalade	IT6	79.7	104.9	160.8	223.0	304.6	414.5	470.6	487.3	430.4	312.7	172.0	80.1
183	Alvalade	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
183	Alvalade	R	36.3	26.0	30.3	13.2	4.4	1.1	0.0	0.0	1.9	9.4	29.1	27.8
183	Alvalade	T	9.8	10.5	12.2	14.0	17.0	20.4	22.9	22.5	21.0	17.3	13.1	10.1
183	Alvalade	Tmax	16.1	17.0	19.7	21.7	25.8	29.3	32.3	32.5	30.9	25.7	21.4	16.8
183	Alvalade	Tmin	2.2	3.3	4.6	6.3	8.8	11.7	12.9	12.6	11.4	8.9	5.0	2.3

Figura 7 - Exemplo de resultado da primeira etapa de tratamento dos dados climáticos.

CLI	TEC	CLITEC	IT6	IT5	M	R
183	Arroz	183/Arroz	2536.6			
183	Betlnv	183/Betlnv				413.3
183	Girassol	183/Girassol		2722.6		
183	MilhoG	183/MilhoG	1947.1			
183	Trigodur	183/Trigodur				395.9
183	Trigomol	183/Trigomol				395.9

Figura 8 - Exemplo de resultado da segunda etapa de tratamento dos dados climáticos.

Apuradas as disponibilidades edafo-climáticas do local, segue-se a necessidade de definir as exigências edafo-climáticas das culturas. No Quadro 3 apresentam-se essas variáveis, que, embora possam ser modificadas de acordo com a conveniência do utilizador, terão sempre de ser definidas em relação às disponibilidades já antes apuradas. Note-se que, para cada cultura, deverá ser definido apenas o que for considerado relevante.

Quadro 3 – Variáveis para a caracterização das culturas.

Variável	Descrição
Areia	Teor de areia grossa e areia fina do solo (medida da textura do solo)
Cond	Condutividade do solo, em mmhos
Declive	Declive em %
Esp	Espessura efectiva do solo, em cm
Geada	Número de geadas admissível no período considerado
IT5	Integral térmico de base 5, em °C.dia, no período considerado
IT6	Integral térmico de base 6, em °C.dia, no período considerado
pH	pH do solo
R	Precipitação, em mm, no período considerado
Tmax	Temperatura máxima no período considerado, em °C
Tmin	Temperatura mínima no período considerado, em °C

O “requisito” da cultura/tecnologia é um conjunto de limites definidos para uma variável. Para cada variável é possível registar um intervalo óptimo (de MIN\_ELV a MAX\_ELV), dois intervalos para o que será considerado como aptidão moderada (de MIN\_MOD a MIN\_ELV e de MAX\_ELV a MAX\_MOD), dois intervalos para aptidão reduzida (de MIN\_RED a MIN\_MOD e de MAX\_MOD a MAX\_RED), e ainda um domínio de aptidão nula implícito (abaixo de MIN\_RED e acima de MAX\_RED).

Apesar de serem estes os campos possíveis, não terão forçosamente de ser preenchidos na sua totalidade, questão esta que se prende, fundamentalmente, com a natureza da variável. Considerando, por exemplo, a cultura do milho grão e a variável espessura efectiva, “Esp”, na Figura 9, verificamos que o domínio do considerado aptidão elevada será o superior a 60 cm, o de aptidão moderada entre os 45 e os 60 cm, o de aptidão reduzida dos 30 aos 45 cm e o de aptidão nula todas as espessuras efectivas inferiores a 30 cm. Já no caso do “pH” o domínio do considerado aptidão elevada será o compreendido entre 6.2-7.0, o de aptidão moderada entre os 5.8-6.2 ou 7.0-7.7, o de aptidão reduzida entre 5.3-5.8 ou 7.7-8.3, e de aptidão nula todos os valores de pH inferiores a 5.3 ou superiores a 8.3.

**Período de interesse**

MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Período possível**

ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
-----	-----	-----	-----	-----	-----

CLI	TEC	CLITEG	ITB
183	Milho G	183/Milho G	1947.0
242	Milho G	242/Milho G	2283.1
247	Milho G	247/Milho G	2016.3
250	Milho G	250/Milho G	2099.8
263	Milho G	263/Milho G	2499.0
557	Milho G	557/Milho G	2281.6
562	Milho G	562/Milho G	2062.9
719	Milho G	719/Milho G	2002.3

Variável	MIN RED	MIN MOD	MIN ELV	MAX ELV	MAX MOD	MAX RED	DEF	INI	FIM
Esp	30	45	60						
pH	5.3	5.8	6.2	7	7.7	8.3			
Cond				1.7	3.6	5.9			
Tmin	10						M	f	7
Geada							0		
ITB	1225	1675	1950						
Area	30		45	80		90			
Declive				3	3	3			

- (1) Variável "definidora do ciclo"
- (2) Variável "quantificadora da aptidão"

Figura 9 - Processo de tratamento das variáveis climáticas da cultura do milho grão.

O caso das variáveis climáticas é um pouco mais complexo, já que se considera que existem variáveis de dois tipos: as variáveis de “definição de ciclo” e as variáveis de “quantificação da aptidão”. Ilustrando com o mesmo exemplo, “Tmin” é uma variável definidora de ciclo, já que tem os campos “DEF”, “INI” e “FIM” preenchidos: de acordo com o exemplo apresentado na Figura 9, a temperatura mínima não deverá ser inferior a

10°C desde o primeiro ao sétimo meses do ciclo. Este método possibilita a definição dos requisitos sobre qualquer das variáveis: será possível, por exemplo, definir os requisitos relativamente a fases do ciclo de uma forma mais rigorosa, por exemplo, por recurso aos integrais térmicos.

A variável "IT6" é então uma das variáveis de "quantificação da aptidão", sendo a sua definição em tudo semelhante ao apresentado anteriormente no exemplo da variável "Esp", ou seja, para "IT6" verificamos que o domínio do considerado aptidão elevada será o superior a 1950°C.dia, o de aptidão moderada entre os 1675°C.dia e os 1950°C.dia, o de aptidão reduzida dos 1225°C.dia aos 1675°C.dia e o de aptidão nula todos os integrais térmicos inferiores a 1225°C.dia

Estas três etapas podem ser informatizadas, processadas e comandadas ao nível de um interface SIG.

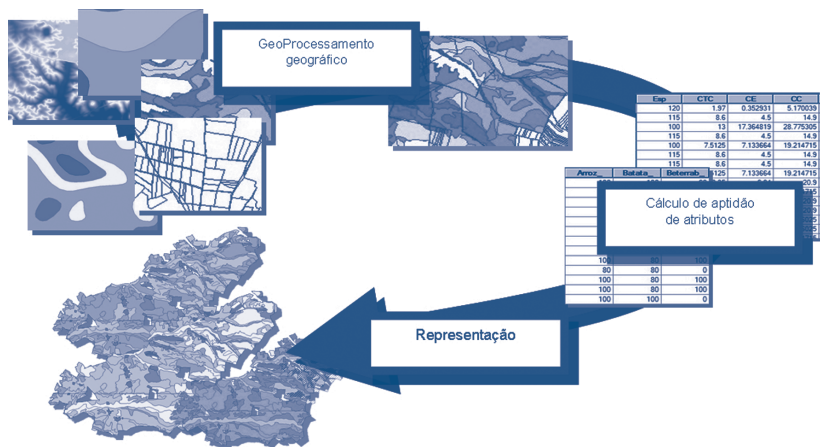


Figura 10 - Processamento em etapas

O produto final é uma carta de aptidão cultural para uma determinada cultura (no nosso exemplo, milho grão) de acordo com uma chave de classificação em quatro classes: "Aptidão nula"(vermelho); "Aptidão reduzida" (amarelo); "Aptidão moderada" (verde claro); "Aptidão elevada" (verde escuro).

## 1.3. Requisitos das culturas

### 1.3.1. Variáveis edáficas

#### 1.3.1.1. Condutividade

O parâmetro utilizado para avaliação da salinidade do solo é a condutividade (mmhos.cm<sup>-1</sup>).

As culturas encontram-se organizadas em três grupos, no que respeita à tolerância à salinidade: muito sensíveis, sensíveis e tolerantes:

- Muito sensíveis (MAXELV 3; MAXMOD 5; MAXRED 9 mmhos.cm<sup>-1</sup>): Cenoura, Arroz, Macieira, Chicória, Citrinos, Ervilha, Pimento, Pessegueiro
- Sensíveis (MAXELV 5; MAXMOD 9; MAXRED 12 mmhos.cm<sup>-1</sup>): Soja, Olival, Tomate, Melão, Trigo rijo, Girassol, Milho grão, Batata, Trigo mole, Vinha, Cebola, Sorgo, Brócolo.
- Tolerantes (MAXELV 9; MAXMOD 12; MAXRED 16 mmhos.cm<sup>-1</sup>): Centeio, Colza, Beterraba, Cevada, Triticale.

#### 1.3.1.2. Declive

Foram estabelecidas cinco classes de declive: 1 (0-2%); 2 (2-8%); 3 (8-15%); 4 (15-25%); 5 (>25%). A definição da classe 1 tem a ver fundamentalmente com a possibilidade de regar por alagamento; o limite de 8%, a que corresponde a classe 2, não tem uma justificação específica e não é utilizado na definição de nenhuma das culturas aqui consideradas; o limite de 15% é imposto pelas máquinas de colheita de maiores dimensões; o limite de 25% é o tradicionalmente aceite como máximo para a realização de culturas não florestais mecanizadas.

Quanto aos requisitos das culturas/tecnologias:

- Culturas regadas por alagamento (MAXELV 1; MAXMOD 1; MAXRED 1): Arroz.
- Outras culturas herbáceas (MAXELV 3; MAXMOD 3; MAXRED 3): Restantes culturas herbáceas.
- Culturas arbustivas e arbóreas de declives moderados (MAXELV

- 3; MAXMOD 3; MAXRED 4): Macieira, Pessegueiro, Citrinos.
- Culturas arbustivas e arbóreas de declives acentuados (MAXELV 4; MAXMOD 4; MAXRED 4): Vinha, Olival.

### 1.3.1.3. Espessura efectiva

Para efeitos de determinação da espessura efectiva (cm), foram contabilizados os horizontes do tipo "A" e "B"; em aluviões e derivados, regossolos, coluviossolos, podzóis e alguns solos de material originário pouco consolidado, foi também considerado o horizonte C.

As culturas/tecnologias foram distribuídas por três grupos (entenda-se que os termos apresentados têm uma leitura meramente relativa):

- Pouco exigentes - cereais de regadio e outras (MINRED 30; MINMOD 40; MINELV 50 cm): Arroz; LuzernaR; Brócolo; CenteioR; CevadaR; Chicória; ColzaR; ErvilhaR; Girassol; Melão; Pimento; Trigo moleR; Tomate; TriticaleR; TriticaleS; Trigo rijoR; Soja. ( o R e o S referem-se a situações de regadio e sequeiro, respectivamente)
- Exigências intermédias - cereais de sequeiro e outras (MINRED 30; MINMOD 45; MINELV 60 cm): Batata; BeterrabaInVR; BeterrabaInVS; BeterrabaPrim; Cebola; Cenoura; CenteioS; Trigo moleS; CevadaS; ErvilhaS; Trigo rijoS; ColzaS; Sorgo; Milho grão; OlivalR; OlivalS.
- Exigentes - fruteiras (MINRED 40; MINMOD 60; MINELV 80 cm): Citrinos; Macieira; Pessegueiro.

### 1.3.1.4. Hidromorfismo

Este indicador destina-se a avaliar problemas de encharcamento. Ao contrário dos parâmetros descritos anteriormente, que são fundamentalmente analíticos, este critério assentou numa atribuição de coeficientes em função da taxionomia. Assim, foram considerados grau "3" os solos Hidromórficos; grau "2" os Para-hidromórficos; grau "1" as fases com sintomas de hidromorfismo de quaisquer outros solos; grau "0" todos os restantes solos.



Apenas as fruteiras foram objecto deste tipo de restrições, estabelecendo-se dois grupos:

- Sensíveis - Macieira
- Tolerantes - Citrinos; Pessegueiro

### 1.3.1.5. pH

Trata-se de um parâmetro onde é necessária uma análise cultura a cultura (Quadro 4).

Quadro 4 - Requisitos de pH das culturas/tecnologias

Cultura/Tec	MIN_RED	MIN_MOD	MIN_ELV	MAX_ELV	MAX_MOD	MAX_RED
Arroz	4.5	5	5.5	7.5	8	8.5
Batata	4.2	4.8	5.4	6.3	7.4	8.5
BeterrabaInvR	5.8	6	6.4	8	8.2	8.5
BeterrabaInvS	6	6.2	6.4	7.5	8	8.5
BeterrabaPrim	6	6.2	6.4	7.5	8	8.5
Brócolo	5.5	5.9	6.2	6.6	6.8	7
Cebola	4.3	5	5.6	6.8	7.6	8.3
Cenoura	4.2	5.2	6.2	6.6	7.7	8.7
Centeio S	4.5	5.2	5.8	6.2	7.1	8
Cevada S/R	5.5	6	6.5	7.5	8	8.2
Chicória	4.5	5.2	5.9	6.7	7.5	8.2
Citrinos	4.3	5.5	6	7	8	8.5
Colza S/R	5.5	6.2	6.8	7.2	7.6	8
Ervilha S/R	4.2	5	5.9	6.7	7.7	8.6
Girassol	4	5	6	7	8	8.2
Luzerna R	5.7	5.7	5.7	8	8	8
Macieira	4.5	5.4	6.2	8	8.5	9
Melão	5.5	6	6.5	7.5	8	8.5
Milho grão	5.3	5.8	6.2	7.5	8	8.3
Olival S/R	5.3	5.8	6.6	8	8.5	9
Pessegueiro	4.5	5	5.5	6.5	7	7.5
Pimento	6.3	6.6	6.8	7.5	7.8	8
Soja	5.6	5.9	6.1	6.5	7.5	8.5
Sorgo	5	5.8	6.5	7.5	8	8.5
Tomate	5.2	5.6	6	7	7.6	8.2
Trigo rijo S/R	5.5	6.1	6.7	7.5	8	8.5
Trigo mole S/R	5.5	6.1	6.7	7.5	8	8.5
Triticale S/R	4.5	5	5.5	6.5	7.3	8
Vinha R	4.5	5.5	6	8	8.5	8.8

### 1.3.2. Variáveis climáticas

#### 1.3.2.1. Exigências térmicas das culturas

Classificação	Caracterização	Culturas
Megatérmicas Perenes	Culturas multianuais de clima quente, com exigências de 25-28°C de Temperatura média anual. Problemas com temperaturas < 15-18°C	Borracha natural ( <i>Hevea brasiliensis</i> ), Palmeira d'almôndega ( <i>Elaeis guineensis</i> ), Mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> ), Cacau ( <i>Theobroma cacao</i> ), Coqueiro ( <i>Cocos nucifera</i> ), Cana-de-açúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ), Café ( <i>Coffea arabica</i> ou <i>robusta</i> ), Chá ( <i>Camelia sinensis</i> ), Castanha-de-cajú ( <i>Anacardium occidentale</i> ), Sisal ( <i>Agave sisalana</i> )
Megatérmicas de época quente	Culturas muito exigentes em temperatura mas que têm um ciclo vegetativo curto (normalmente são plantas de dias curtos)	Algodão ( <i>Gossypium sp.</i> ), Arroz ( <i>Oriza sativa</i> ), Milho ( <i>Zea mays</i> ), Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> ), Soja ( <i>Glycine max</i> ), Amendoim ( <i>Arachis hypogaea</i> ), Girassol ( <i>Helianthus annuus</i> )
Mesotérmicas de Verão fresco	Culturas medianamente exigentes em temperatura com um ciclo vegetativo curto (normalmente são plantas de dias curtos)	Batata ( <i>Solanum tuberosum</i> ), Beterraba açucareira ( <i>Beta vulgaris</i> ), Tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> )
Microtérmicas	Culturas de Inverno das grandes latitudes e/ou altitudes, exigentes em vernalização	Trigo ( <i>Triticum sp.</i> ), Cevada ( <i>Hordeum vulgare</i> ), Centeio ( <i>Secale cereale</i> ), Aveia ( <i>Avena sativa</i> ), Triticale ( <i>Triticosecale</i> )

#### 1.3.2.2. Exigências de frio das fruteiras

Exigências de frio	Horas de frio (horas T < 7°C)	Culturas
Elevadas	Mais de 700 horas	Macieira ( <i>Malus pumilus</i> ), Pereira ( <i>Pyrus communis</i> ), Damasqueiro europeu ( <i>Prunus armeniaca</i> ), Ameixeira europeia ( <i>Prunus domestica</i> ), Cerejeira ( <i>Prunus avium</i> ), Castanheiro ( <i>Castanea sativa</i> ), Nogueira ( <i>Juglans regia</i> ), Vinha ( <i>Vitis vinifera</i> )
Médias	400 a 700 horas	Algumas Pereiras, Aveleira, Oliveira ( <i>Olea europeia</i> ), Ameixeira japonesa ( <i>Prunus salicina</i> ), a maior parte dos Pessegueiros ( <i>Prunus persica</i> )
Baixas	Menos de 400 horas	Alguns Pessegueiros e Ameixeiras, Damasqueiros africanos, Amendoeira ( <i>Prunus dulcis</i> ), Figueira ( <i>Ficus carica</i> ) e Marmeleiro ( <i>Malus domestica</i> )

## 1.3.2.3. Classificação climática das culturas hortícolas

Época de cultivo	Culturas	Temp. Méd. mensais	Comportamento em relação às geadas em Portugal
Época fresca	couve-galega, couve-troncha, repolho, bróculos, espinafres	14-20°C	Resistentes
	alface, chicória-de-folha, couve-flor, cenouras, ervilha, batata temporã	14-20°C	Tolerantes, salvo entre a floração e a colheita
	alho comum, alho porro, cebola, batata tardia	13-24°C	Resistentes a tolerantes
Época quente	abóbora, feijão verde, melão, pepino, pimento doce, tomate	16-26°C	Sensíveis
	batata doce, beringela, melancia, pimento queimoso, quiabo	Mais de 21°	Muito sensíveis

## 1.3.2.4. Integral térmico

Revelando-se aqui também inútil o esforço de agrupar as culturas, opta-se por apresentar aquelas que têm exigências de calor para completar o ciclo produtivo (integral térmico). Recorde-se que estas exigências assentam noutras, de “definição de ciclo”, conforme descrito atrás, devendo a informação apresentada ser completada com a consulta da base de dados.

Quadro 5 - Requisitos de integral térmico das culturas

Culturas	Temp. base	MIN_RED	MIN_MOD	MIN_ELV
Arroz	10	1600	1700	1900
Batata	7	1600	2100	2500
Citrinos	7	550	650	750
Girassol	5	1600	1800	2000
Melão	7	800	900	1000
Milho grão	6	1225	1675	1950
Pimento	12	1500	1600	1700
Soja	10	1500	1750	2000
Sorgo	10	1291	1570	1849
Tomate	10	1600	1700	1800

### 1.3.2.5. Requisitos hídricos

Quadro 6 - Valores médios aproximados das dotações reais de rega em Portugal Continental para rega por aspersão (Eficiência de rega=80%)

Culturas	Solo arenoso	Solo franco	Solo argiloso
De raizame superficial (aipo, alface, cebola, couve, espinafre, morango, rabanete, etc.)	200 m <sup>3</sup> /ha (20 mm)	300 m <sup>3</sup> /ha (30 mm)	350 m <sup>3</sup> /ha (35 mm)
De raizame médio (amendoim, batata, beterraba, cenoura, ervilha, feijão, nabo, pimento, melão, milho, pepino, tabaco, tomate, etc.)	350 m <sup>3</sup> /ha (35 mm)	500 m <sup>3</sup> /ha (50 mm)	600 m <sup>3</sup> /ha (60 mm)
De raizame profundo (algodão, cártamo, girassol, espargo, linho, lúpulo, luzerna, árvores de fruto)	500 m <sup>3</sup> /ha (50 mm)	600 m <sup>3</sup> /ha (60 mm)	700 m <sup>3</sup> /ha (70 mm)

Quadro 7 - Necessidades hídricas anuais médias das culturas regadas em algumas regiões do Continente para rega por aspersão (Eficiência de rega=80%)(m<sup>3</sup>/ha)

Culturas	Região do Continente			
	EDM	Vale do Mondego	Vale do Tejo	Alentejo e Algarve
Vinha, Olival, Nogueira, Pomóideas e Prunóideas	2000	2500	3000	3500
Feijão (grão), Amendoim, Couves, Pimento, Cártamo e Girassol	2500	3500	4000	4500
Feijão-verde, Batata, Ervilha, Cebola, Sorgo, Melão, Melancia e Milho forragem	3000	4000	5000	5500
Tabaco, Tomate, Algodão, Beterraba sacarina, Citrinos e Milho-grão	3500	4500	5500	6000
Luzerna	4000	5000	6000	7000
Arroz	-	25000	18000	12000

## 1.4. Recursos disponíveis

Uma vez seleccionadas as culturas possíveis em função dos factores físicos – solos e clima – é, agora, necessário apurar das disponibilidades de

terra, trabalho, água, capital e outros factores, para a efectiva realização das culturas.

Como veremos adiante, por vezes a restrição para a realização de uma determinada actividade não resulta dos factores físicos – particularmente os climáticos –, que como já vimos condicionam o comportamento, a fisiologia e o crescimento da cultura e, por isso, a sua performance e rendimento. Por vezes o problema não reside aí, antes estando na impossibilidade de realizar a actividade ou por falta de mão-de-obra na quantidade e qualidade exigidas, ou por falta de água para cobrir as necessidades hídricas da cultura, ou por falta de dimensão da exploração para viabilizar minimamente o investimento exigido pela actividade, ou, simplesmente, por falta de capital para investir.

## 1.5. Definição/escolha do sistema de culturas e da rotação de culturas

Escolhidas as actividades possíveis, pelo duplo crivo dos factores físicos e dos recursos disponíveis, é tempo de passarmos a uma importante decisão, de âmbito estratégico, referente à escolha do sistema de produção, ou seja, à definição das culturas e actividades agrícolas a realizar.

Sistema de produção: integra e articula as principais culturas e práticas culturais seguidas numa exploração agrícola. Pode classificar-se segundo a orientação dominante ou predominante em: arvense de regadio, arvense de sequeiro, hortícola, pecuário, agro-pecuário, etc. Pode classificar-se quanto ao regime como: intensivo ou extensivo.

Para isso, precisamos, ainda, de tomar em consideração as condições específicas da própria exploração, associadas, por exemplo, com a sua dimensão, o grau de mecanização, a capacidade de organização empresarial e os valores e gosto pessoal do empresário (tipo de actividades que deseja ou prefere). Precisamos, também, de identificar eventuais restrições comerciais e/ou institucionais relacionadas, por exemplo, com as condições de mercados/preços de escoamento dos produtos, com o regime de acesso e a taxa de juro do crédito, etc.

Escolhido o sistema de produção é tempo de passarmos aos próximos dois passos, que passam pela definição do sistema de cultura e a rotação.

Sistema de cultura - reflecte o modo como se pode manter ou aumentar a fertilidade do solo, quer recorrendo a rotação e/ou técnicas mais indicadas, caso da fertilização, quer pelo contrário orientado a produção para fracas exportações. Pode caracterizar-se pela prática da rotação, ou da monocultura, e pela adopção de técnicas convencionais, ou alternativas (do tipo produção integrada, agricultura biológica, etc.)

Rotação - uma alternância de culturas de características e exigências diferentes no espaço (afolhamento) e no tempo (sequência).

Os objectivos visados com a prática da rotação de culturas são:

- Manutenção da fertilidade dos solos;
- Manutenção e/ou melhoria da cultivabilidade dos solos;
- Promoção de técnicas de protecção integrada;
- Optimização no tempo dos recursos da exploração;
- Optimização das receitas de tesouraria ao longo do ano;
- Diminuição do risco ligado a acidentes climáticos ou de mercado.

O processo de definição de uma rotação começa, normalmente, pela escolha de uma cultura que, quer pelo seu particular interesse económico, quer pela intensificação cultural a que obriga, tem uma posição predominante no conjunto de culturas da rotação, sendo por isso designada por cabeça de rotação. A escolha desta cultura é determinante na definição da duração da rotação (que tem a ver com o seu período de recorrência) e das culturas que a seguem e precedem na sequência temporal, pelo que se deve empregar a máxima ponderação na sua escolha. No Quadro 8 apresentam-se alguns exemplos.

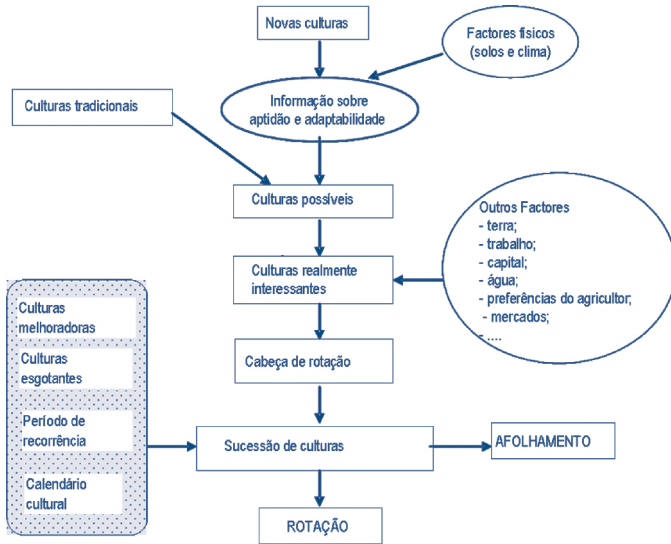
Quadro 8 – Períodos de recorrência e precedentes culturais de algumas culturas

Cultura	Período de recorrência (anos)	Precedente cultural							
		Milho	Tomate	Trigo	Cevada	Aveia	Girassol	Arroz	Batata
Milho	1								
Tomate	3/4								
Trigo	2								
Cevada	2								
Aveia	2								
Girassol	2								
Arroz	1								
Batata	3/4								

totalmente contra-indicado
  não muito aconselhável

A construção do sistema de cultura faz-se, pois, a partir da escolha e eleição da cultura cabeça de rotação, sendo todas as restantes culturas incorporadas segundo uma oportunidade e uma ordem que visam propiciar óptimas condições para a primeira. Em esquema, podemos resumir tudo isto da seguinte forma.

Figura 11 – Construção da rotação.



## 1.6. Programação das operações e elaboração dos registos adequados à gestão (necessidades de cada actividade em unidades físicas)

Finalmente, as condições físicas condicionam a sua gestão, isto é, a sequência, oportunidade e qualidade das operações necessárias para obter da cultura a produção esperada.

um exemplo simples

Consideremos o caso concreto de uma exploração hipotética com variados condicionalismos a níveis agro-climáticos, de disponibilidades de recursos (terra, trabalho e capital) e dos valores e ambições do agricultor e da sua família.

Neste contexto, as primeiras decisões, de âmbito estratégico, a tomar serão as relacionadas com o sistema de cultura a adoptar: rotação vs. monocultura; agricultura convencional vs. agricultura alternativa. Seguem-se as decisões a propósito do sistema de produção: pecuário; arvense de regadio; arvense de sequeiro; hortícola; florestal; policultural; etc. Por último, escolhe-se o sistema de agricultura: subsistência, comercial, planeada, etc.; e tempo inteiro ou tempo parcial.

Admitindo que se opta pela adopção de um sistema de monocultura de milho grão, através de um sistema de produção de regadio convencional e de um sistema de agricultura comercial e a tempo inteiro, segue-se o problema da eleição/escolha da variedade de milho a usar. Recorrendo aos dados da tabela seguinte e considerando que as condições ambientais prevaletentes na área de implantação da exploração são de molde a propiciar um somatório de graus dia (na base 10°C) da ordem dos 2650 a 2750, elegemos uma variedade semi-tardia do ciclo FAO 600.

Quadro 8 – Selecção da cultivar de milho grão

Class. FAO	Híbrido padrão	Classe Precoc.	Ciclo dias	GDC10 (a)	S6 (b)
100	Wisconsin 1600	Ultra precoce	76-85	1650-1750	
200	Wisconsin 240	Muito precoce	86-95	1850-1950	1225-1600
300	Wisconsin 355	Precoce	96-105	2050-2150	1600-1675
400	Wisconsin 464	Semi-precoce	106-115	2250-2350	1675-1750
500	Ohio M 15	Médio	116-120	2450-2550	--
600	Iowa 4316	Semi-tardio	121-130	2650-2750	1850-1925
700	Indiana 416	Tardio	131-140	2850-2950	1950-2000
800	US 13	Muito Tardio	141-150	3050	>2000
900	US 523 W	Ultra Tardio	>150		

Por último resta-nos abordar as questões relacionadas com o modo de produção e com as operações culturais necessárias para levar a cabo a cultura: mobilização do solo; sementeira; fertilização; controlo de pragas doenças e infestantes, colheita e gestão de resíduos.

Normalmente, este tipo de questões são tratadas com recurso às chamadas “contas de cultura”, onde são apresentadas/registadas as épocas normais de realização das operações e os factores (quantidades e preços) necessários para a sua realização. A título de exemplo segue-se uma conta de cultura para a actividade milho grão na região do Alentejo.





Se nas condições deste exemplo, assumirem particular relevância os aspectos relacionados com a eficiência do uso da água, os problemas relacionados com a poluição por nitratos e a erosão do solo, o trabalho de planeamento deve concluir-se com o enunciado de um conjunto de regras de boas práticas de gestão agrícola de modo a minorar estes problemas. A mero título de exemplo podemos apontar as seguintes:

a preparação do solo e da cama para a sementeira deve ser feita com um mínimo de esforço e de passagens de modo a criar as condições necessárias para a rápida germinação e emergência das sementes e plântulas;

as mobilizações de solo devem ser feitas segundo as curvas de nível;

a aplicação de azoto deve ser sincronizada com os períodos de máxima exigência e absorção da planta;

a aplicação de azoto não deve exceder as necessidades estimadas (função da produtividade esperada);

o método de aplicação do azoto deve ser tal que o coloque na zona de máxima absorção (zona de crescimento e colonização radical);

optimizar o balanço hídrico do solo (maximizar o armazenamento de água na zona explorada pelas raízes e minimizar o escoamento superficial, subsuperficial e profundo da água);

maximizar a transpiração da água da cultura (minimizar a evaporação directa e a transpiração via infestantes);

restringir a camada de solo humedecida à zona explorada pelas raízes da cultura;

ajustar a rotação, culturas e cultivares às disponibilidades hídricas existentes ou previstas.

Como pode verificar-se pelo que atrás ficou dito, o que se pode produzir (a escolha das actividades) envolve conhecimentos bastante profundos de muitas áreas do saber (solos, climatologia, irrigação, fitotecnia e outras), pelo que se recomenda a consulta de técnicos e/ou empresas

especializadas. Um erro na escolha da ou das cultura(s), particularmente se se tratar duma cultura perene de longa duração, pode ter implicações muito negativas e com repercussões no longo prazo.

## Capítulo 2. O que produzir e Como produzir: Decisões de curto prazo

Neste capítulo apresentamos alguns princípios fundamentais de microeconomia que ajudam a tomar decisões de produção racionais tendo em vista o objectivo que se pretende alcançar. Começaremos por apresentar alguns conceitos fundamentais para melhor definir os objectivos dos empresários. Depois de conhecer os objectivos do empresário e ultrapassada a fase de identificação das opções tecnicamente viáveis, daremos resposta a algumas questões que se colocam no dia a dia como, por exemplo, como produzir, quanto produzir e outras.

### 2.1 Conceitos Fundamentais

A fim de melhor poder entender os objectivos do empresário é fundamental definir alguns conceitos fundamentais para se saber o que se pretende alcançar.

Rendimento Bruto, RB. É o valor real ou atribuído de uma produção ou de um conjunto de produções.

Despesas Efectivas, DE. É igual ao somatório do valor dos serviços e bens de produção de gasto imediato, aplicados no processo de produção (incluem: bens e serviços comprados fora da empresa; bens produzidos na própria empresa; o trabalho familiar directivo ou outro não remunerado com um valor fixo; a desvalorização ou depreciação suportada pelos capitais fixos - máquinas, equipamentos e outros - durante o processo de produção).

Capital Fixo, CF. Engloba o valor da terra e tudo o que nela esteja incorporado, a título definitivo ou duradouro (bens imóveis)

Capital de Exploração, CE. Valor do conjunto de bens e serviços necessários para que o capital fundiário possa produzir (sementes, adubos, trabalho, etc.)

Rendimento Líquido, RL. É igual à diferença entre o rendimento bruto e as despesas efectivas.

Rendimento Fundiário, RF. É igual ao rendimento líquido subtraído dos juros dos capitais de exploração (os fixos mais os circulantes).

Custos (encargos) Fixos CTF. Custos que são independentes das quantidades produzidas. Estão associados aos factores fixos como, por

exemplo, a renda da propriedade ou o aluguer de um contador.  
Custos (encargos) Variáveis, CTV. São os custos associados aos factores variáveis e estão relacionados com o volume de produção. (por exemplo, os adubos, mão-de-obra, combustíveis).  
Custo de Produção Total, CPT. Custo que engloba a totalidade das despesas de produção independentemente da sua origem ou natureza (reais ou atribuídos, fixos ou variáveis).

## 2.2 Indicadores económicos e financeiros mais adequados para caracterizar as actividades de curta duração

Um dos problemas que frequentemente se coloca ao agricultor é o de escolher entre várias actividades possíveis, qual ou quais deve praticar. Entre as actividades agrícolas há algumas que têm ciclos muito curtos, são praticados uma ou mais vezes durante o ano, mas outras há, agrícolas e florestais, que uma vez tomada a decisão produzem receitas e geram custos por longos períodos, por vezes dezenas de anos.

Quando, do ponto de vista económico, se pretende comparar duas ou mais actividades cujos custos e receitas ocorrem durante um curto espaço de tempo (em geral, um ano), os indicadores a que mais frequentemente se recorre são:

Margem Bruta, MB. Diferença entre o rendimento bruto e os custos variáveis.

$$MB = RB - CTV$$

Rendimento Fundiário e Empresarial, RFE. É a parte que fica do rendimento bruto depois de descontar todos os encargos com a produção com excepção dos respeitantes ao capital fundiário e à actividade do empresário.

$$RFE = RB - (CPT - \text{encargos fundiários} - \text{encargos empresariais})$$

Resultado Final, RSF. Diferença entre o rendimento bruto e o custo de produção total. Quando é positivo designa-se por Lucro, L, e quando é negativo designa-se por Perda ou Prejuízo, P.

$$RSF = RB - CPT$$

Se quisermos comparar actividades que geram receitas e têm encargos

ao longo de vários anos, temos de recorrer a outros indicadores como mais adiante veremos.

## **2.3 Objectivos do Empresário**

Conhecidas as possibilidades de produção da empresa, do ponto de vista das restrições edáficas (solos) e climáticas, é necessário, agora, conhecer os objectivos do empresário, isto é, quais os principais motivos que levam o agricultor a produzir. A maior parte das vezes, admite-se que a principal (ou mesmo, a única) razão que leva o agricultor a produzir é para obter o máximo lucro, ou seja, o empresário procura fazer com que a diferença entre o valor do que produz (quer seja para vender ou para consumir na sua empresa) e o custo de obter essa produção (quer seja por compra de sementes, adubos, máquinas, salários ou trabalho do próprio empresário ou dos membros do seu agregado familiar ou de outros factores de produção produzidos na própria empresa, como estrumes, semente e outros) seja a maior possível. Podemos expressar esta diferença, como atrás se disse, pelo resultado final,

$$RSF = RB - CPT.$$

Embora se admita que o lucro é o objectivo fundamental dos empresários, situações existem em que o objectivo principal da actividade pode ser outro como, por exemplo, maximizar a utilização de mão-de-obra, maximizar o rendimento que fica para remunerar o trabalho do empresário (executivo e directivo) e a terra. Este último objectivo é muito comum sobretudo em empresas do tipo familiar que exploram terra por conta própria. Designaremos, abreviadamente, este tipo de rendimento por: rendimento fundiário e empresarial,

$$RFE = RB - (CPT - \text{encargos fundiários} - \text{encargos empresariais}).$$

É fundamental conhecer o objectivo do empresário para poder tomar as decisões (combinação de actividades e uso de factores de produção) que melhor satisfaçam os desejos do empresário. Neste manual, admitiremos, quando nada for dito em contrário, que o objectivo do empresário é o de obter o máximo lucro da sua actividade. Neste modo de actuar, está implícito que quanto mais lucro o empresário tiver, mais rendimento terá para gastar no que lhe aprouver e, deste modo, torna máximo o seu bem-estar.

## 2.4 Quanto produzir

Para mais facilmente se entender como o empresário que deseja maximizar o lucro deve actuar, consideremos um exemplo.

Exemplos do mundo real:

José António Ribeiro Teixeira, proprietário de uma exploração leiteira em Amarante, durante um dado período, alimentou as suas vacas com 10 kg de silagem, por dia, e que fez variar a quantidade de concentrado, tendo obtido para cada vaca, em média, a relação que o quadro que se segue retrata.

Quadro 1. Relação entre a produção de leite e consumo de concentrado

Concentrado (kg)	Leite (kg)	PM (kg)	Pm (kg)
2	1,8	0,90	1,33
3	3,8	1,28	2,03
4	6,4	1,60	2,58
5	9,4	1,88	2,98
6	12,6	2,10	3,23
7	15,9	2,28	3,33
8	19,2	2,40	3,28
9	22,3	2,48	3,08
10	25,0	2,50	2,73
11	27,2	2,48	2,22
12	28,8	2,40	1,58
13	29,6	2,28	0,77
14	29,4	2,10	-0,18

PM – Produtividade média; Pm – Produtividade marginal



Na prática, dados como os do Quadro 1 devem ser obtidos, como se disse, da experimentação na própria empresa. Estes dados são fundamentais para uma gestão racional e moderna da empresa e devem ser interpretados do seguinte modo:

O concentrado e a silagem devem ser dados ao animal de modo a que este tire o melhor proveito daquelas quantidades de alimento (de modo a que o animal estrague o menos possível e não lhe provoque qualquer problema de saúde);

Nesta situação, se a cada vaca submetida à experimentação forem dados 10 kg de silagem e, por exemplo, 8 kg de concentrado, espera-se obter uma produção de cerca de 19,2 kg de leite, porque se admite que foram seguidos os procedimentos tecnicamente mais recomendados;

Nestas circunstâncias obtém-se a máxima eficiência técnica, isto é, para aquelas vacas comendo 10 de silagem e 8 kg de concentrado, não é possível obter uma maior quantidade de leite.

Os valores do consumo de concentrado e da produção de leite, do quadro atrás apresentado, podem ser representados pela seguinte figura,

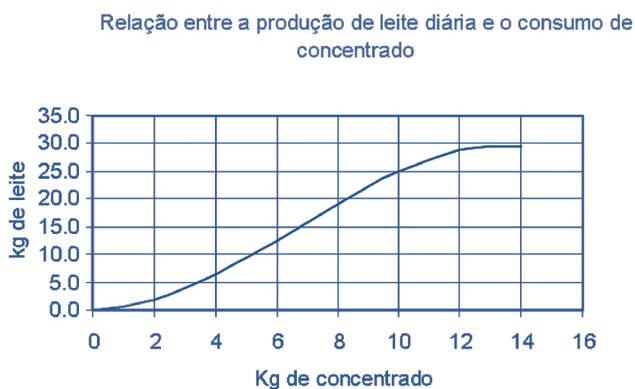


Figura 1. Relação entre a produção de leite e o consumo de concentrado

Como se pode verificar, à medida que a quantidade de concentrado dada ao animal aumentou a produção de leite também aumentou, mas não de modo linear ou regular. Numa primeira fase, a cada kg



de concentrado a mais a vaca respondia com grandes acréscimos na produção de leite (por exemplo, quando se passou de 2 para 3 kg de concentrado a produção de leite aumentou 3 kg) mas a partir dos 8 kg de concentrado, por dia, os acréscimos começaram a diminuir. Os acréscimos da produção de leite por acréscimo de kg de concentrado costumam designar-se por acréscimos marginais (ou por produtividade marginal,  $P_m$ , do concentrado). Os valores destes acréscimos são os indicados na coluna 4 do Quadro 1 e representados na Figura 2 pela série  $P_m$ . Como já se disse, os valores de  $P_m$  crescem até que a vaca é alimentada com cerca de 8 kg de concentrado, por dia, e a partir daí, embora a vaca continue a aumentar a produção de leite diária, já responde com menores acréscimos de produção a cada novo aumento de um kg de concentrado.

Se dividirmos a produção de leite pelo número de kg de concentrado que a vaca come, obtemos uma quantidade que se designa por produtividade média do concentrado e se costuma representar por  $PM$ . Como se pode ver na figura abaixo ou pelos valores da coluna 3 do Quadro 1, a  $PM$  cresce até ao ponto em que se alimenta a vaca com cerca dos 11 kg de ração, por dia. É interessante notar que a  $PM$  cresce até ao ponto em que iguala a produtividade marginal, decrescendo a partir desse ponto.

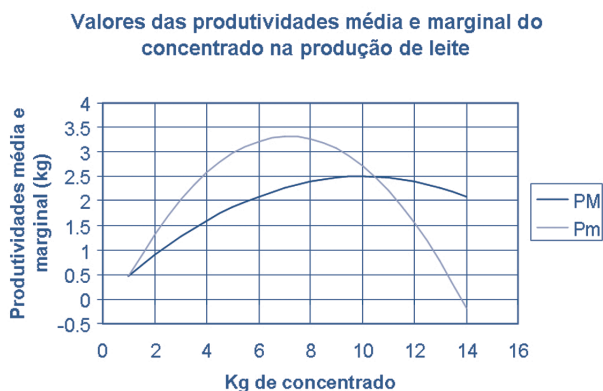


Figura 2. Valores das produtividades média e marginal do concentrado

Esta informação é muito importante para o empresário poder decidir sobre o número de kg de concentrado que deve dar aos animais de modo a tornar máximo o lucro que obtém da produção do leite. Suponhamos

que o empresário vende o leite a 0,35 € por kg e compra o concentrado a 0,60 € o kg, isto é, com o valor de um kg de leite podem comprar-se 0,58 kg de ração.

A questão a que é preciso dar resposta é: Quantos kg de concentrado deve o Sr. José António Ribeiro Teixeira dar a cada vaca se quiser obter o máximo lucro da produção de leite? Como atrás se disse, e se pode ver na Figura 2 e na última coluna do Quadro 1, quando a vaca come quantidades de concentrado relativamente pequenas, por cada acréscimo de um kg responde com quantidades de leite superiores a um kg. Já vimos que com um kg de leite se podem comprar 0,58 kg de concentrado, o mesmo é dizer que cada kg de concentrado custa tanto como 1,71 kg de leite. Nesta situação, é lucrativo dar concentrado ao animal até ao ponto em que por cada kg a mais de concentrado a vaca responda com um acréscimo na produção de leite superior a 1,71 kg. Se observarmos a Figura 2 ou a última coluna do Quadro 1, verificamos que esta situação ocorre quando a vaca come entre 11 e 12 kg de concentrado por dia.

Em conclusão, pode dizer-se que se o empresário quiser maximizar o lucro deve dar cerca de 11,5 kg de concentrado, por dia, a cada uma das vacas cuja resposta ao concentrado ingerido, produção de leite, seja igual à retratada no Quadro 1 ou na Figura 1.

Suponhamos agora que na experimentação realizada com as vacas tínhamos feito variar não só o concentrado, mas também a quantidade de silagem ministrada aos animais e que obtivemos os valores médios por animal que se apresentam no Quadro 2.

Quadro 2. Produção diária de leite, por vaca, e quantidades de silagem e concentrado ingeridas.

Silagem (kg)	Concentrado (kg)	Leite (kg)	RT (€)	CA (€)	Margem (RT-CA) (€)
3	12	25,7	9,01	7,56	0,00
5	11	26,5	9,27	7,20	2,07
7	10	26,1	9,14	6,84	2,30
9	9	25,1	8,79	6,48	2,31
11	8	23,7	8,28	6,12	2,16
13	7	21,8	7,64	5,76	1,88
15	6	19,7	6,90	5,40	1,50
17	5	17,3	6,06	5,04	1,02
19	4	14,6	5,12	4,68	0,44
21	3	11,7	4,09	4,32	-0,23
23	2	8,4	2,95	3,96	-1,01

Nas colunas 1 e 2 do Quadro 2 estão indicadas as quantidades de alimento ministrado a cada animal e na coluna 3 a quantidade de leite que, em média, cada vaca produziu.

A pergunta que se põe é a seguinte: Qual a quantidade de alimentos que devemos ministrar a cada animal se o nosso objectivo for maximizar o lucro, isto é, a diferença entre o valor do leite produzido por cada animal e o valor dos alimentos que come?

A resposta pode ser encontrada acrescentando ao Quadro 2 mais algumas colunas. Se considerarmos que o preço do leite é 0,35 €, o do concentrado 0,60 € e o da silagem 0,12 € por kg, podemos calcular o rendimento total RT (igual ao preço do leite vezes a quantidade produzida), coluna 4, e custo dos alimentos, CA, (igual à soma das quantidades de concentrado e silagem ingeridas vezes o respectivo preço) coluna 5. Como se disse o que importa maximizar é a diferença entre RT-CA. Esta diferença é dada na coluna 6 do mesmo quadro. A análise do quadro permite concluir que o maior valor daquela margem é de 2,31 € por animal e que corresponde à produção de 25,1 litros de leite, por vaca e por dia.

Em resumo, pode concluir-se dizendo que a quantidade que se deve produzir é a que torna máxima a diferença entre o valor do leite produzido e o valor da quantidade de alimentos ingeridos.

## 2.5. Como combinar os factores para produzir ao mínimo custo

Continuando com o exemplo da produção de leite, imaginemos que durante o período de experimentação fizemos variar não só a quantidade de concentrado, mas também a quantidade de silagem. Suponhamos que pretendíamos que cada vaca produzisse, em média, 25 kg de leite por dia. Admitamos ainda que da nossa experimentação foi possível concluir que aquela produção de leite diária podia ser obtida com várias combinações de silagem e concentrado, isto é, aumentando a silagem e diminuindo o concentrado, dentro de certos limites, de acordo com os dados do quadro seguinte (Quadro 3).

Quadro 3. Combinações de silagem e concentrado que levam à produção diária de 25 kg de leite

Concentrado (kg)	Silagem (kg)	TMST	Custo da alimentação
12	2	-0,50	7,497
11	3	-0,68	6,979
10	4	-0,97	6,495
9	6	-1,42	6,065
8	8	-2,16	5,725
7	11	-3,49	5,544
6	17	-6,05	5,669
5	29	-11,49	6,448

A leitura deste quadro permite-nos concluir que há varias combinações de concentrado e silagem que levam a vaca a produzir a mesma quantidade de leite por exemplo, 9 kg de concentrado e 6 kg de silagem teriam o mesmo efeito do que 6 kg de concentrado e 17 de silagem. Outra conclusão que é possível retirar deste quadro é que partindo de quantidades elevadas de concentrado, à medida que este vai sendo substituído por silagem, para substituir um kg de concentrado é necessário compensar a vaca com mais quilogramas de silagem para que ela produza a mesma quantidade de leite. À taxa a que um alimento substitui outro, chama-se taxa marginal de substituição técnica, TMST. Verifica-se assim, que à medida que se vai retirando mais concentrado ao animal e se vai dando mais silagem, a capacidade da silagem para subsistir o concentrado vai diminuindo. É isso que os valores da coluna 3 do Quadro 3 nos dizem (ignore o sinal): cada vez é necessária mais silagem para substituir 1 kg de concentrado.

As combinações que levam à produção de 25 kg de leite, por dia e por vaca, podem ser representadas graficamente, dando origem ao que se costuma chamar uma isoquanta ou isoproducto (conjunto de pontos – combinações de concentrado + silagem – que conduzem à mesma produção).

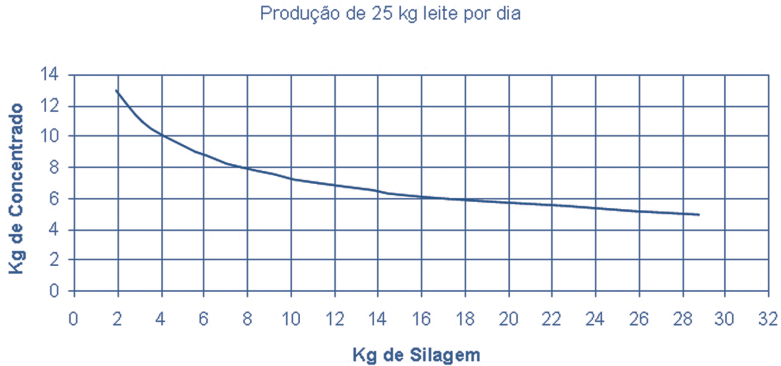


Figura 3. Isoquanta ou isoproduto de 25 litros de leite, por vaca e por dia

A pergunta a que agora temos de responder é a seguinte: Se as combinações de concentrado e silagem do Quadro 3 levam cada vaca a produzir a mesma quantidade de leite, por qual das combinações devemos optar?

A resposta é simples: a que for mais barata. Se o kg de concentrado custar 0,60 € e o kg de silagem custar 0,12 €, facilmente poderemos verificar que a combinação mais barata é 7 kg de concentrado e 11 kg de silagem (considerando apenas números inteiros para o concentrado e para a silagem). Se fizéssemos os cálculos com maior aproximação verificaríamos que no ponto de mínimo custo (correspondente a 6,61 kg de concentrado e 13 kg de silagem) um kg de concentrado é substituído por 5 kg de silagem, o que é exactamente igual ao quociente do preço do concentrado pelo da silagem.

Em conclusão, pode dizer-se que a combinação de factores (silagem e concentrado) a escolher é a que tiver menor custo, sendo esta combinação aquela em que  $\text{TMST de concentrado por silagem} = \text{preço do concentrado / preço da silagem}$ .

Quer dizer, no ponto de mínimo custo (ponto óptimo) a razão a que a silagem substitui o concentrado no aparelho digestivo da vaca, tendo em vista a produção de leite, é exactamente a mesma a que nós no mercado trocamos kg de silagem por concentrado. Interessante, não é !

## 2.6 Como repartir (afectar) um recurso escasso

Um outro problema com que nos defrontamos frequentemente é o de como repartir um recurso escasso por diferentes actividades.

Exemplos do mundo real:

Consideremos o caso dos Irmãos Marcelino, S.A., empresa produtora de hortícolas em Almeirim, e que têm uma pequena barragem e que pretende cultivar duas actividades de regadio, por exemplo, milho e beterraba. Este ano dispõem apenas de 50.000 m<sup>3</sup> de água e pretendem regar 20hectares (10 de milho e 10 de beterraba), mas não podem usar as quantidades de água que vinha usando nos anos anteriores (cerca de 6,5 mil metros cúbicos por hectare). Como a quantidade de água de que dispõe é limitada, quanto mais usarem na produção de milho menos fica para produzir beterraba e vice-versa. Admita que dispõe de informação que, para a sua propriedade e para as culturas em causa, a relação entre a quantidade de água aplicada a cada cultura e a produção é dada pelo Quadro 4.

Quadro 4. Relação entre as quantidades de milho e beterraba produzidas por hectare e as quantidades de água aplicadas

Quantidade de Água (1000 m <sup>3</sup> )	Milho (toneladas)	Beterraba (toneladas)
0,0	1,50	5,00
1,0	4,26	17,50
1,5	5,46	23,00
2,0	6,54	28,00
2,5	7,50	32,50
3,0	8,34	36,50
3,5	9,06	40,00
4,0	9,66	43,00
4,5	10,14	45,50
5,0	10,50	47,50
5,5	10,74	49,00
6,0	10,86	50,00
6,5	10,86	50,50
7,0	10,74	50,50



As relações entre as quantidades de milho e beterraba produzidas por hectare e as quantidades de água aplicadas estão representadas na Figura 3.

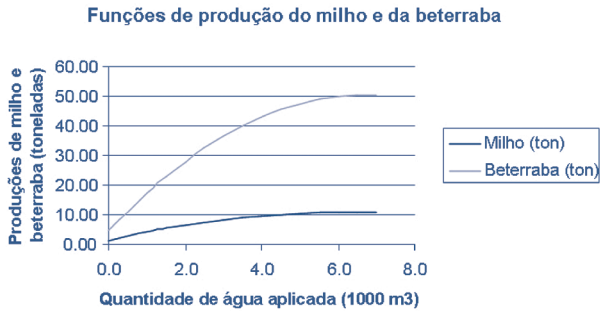


Figura 4 - Funções de produção do milho e da beterraba.

Pelos dados do Quadro 4 e da Figura 4, pode constatar-se que a empresa Irmãos Marcelino, S.A. normalmente utiliza uma dotação de rega que leva à máxima produção, isto é, admite que a água não tem custo e, portanto, aplica-a até ao ponto em que a produtividade marginal é zero. Dada a escassez de água que existe naquele ano o agricultor confronta-se com um problema muito diferente.

Quando tem água em abundância, o facto de aplicar muita água a uma das culturas não prejudica a outra, mas este ano quando gasta mais água numa cultura leva a que a outra tenha menos e por isso produza menos, isto é, a maior produção de uma cultura é obtida à custa do sacrifício da outra como se pode ver no Quadro 5.

Quadro 5. Combinações de produções de milho e beterraba possíveis em função da água disponível (50 000 m<sup>3</sup>)

Produção Milho (toneladas)	Produção Beterraba (toneladas)	Taxa Marginal de Transformação
15	475	
29	455	-1,39
43	430	-1,89
55	400	-2,50
65	365	-3,24
75	325	-4,17
83	280	-5,36
91	230	-6,94
97	175	-9,17
101	115	-12,50
105	50	-18,06

Como se pode observar, quando os valores de uma coluna crescem os outros decrescem, isto é, quanto mais água se usa na produção de milho menor é a quantidade de beterraba que se pode produzir. Assim, por exemplo, quando se produzem 455 toneladas de beterraba também é possível produzir 29 toneladas de milho, mas se quisermos produzir 101 toneladas de milho só podemos produzir 115 toneladas de beterraba. A coluna 3 do Quadro 5 mede o sacrifício, em toneladas de beterraba, que é necessário incorrer para produzir mais uma tonelada de milho, (isto é, taxa marginal de transformação, TMT). Como se pode observar, à medida que vamos aumentando a produção de milho, deixando menos água para produzir beterraba, o custo incorrido (medido em toneladas de beterraba) vai aumentando. Assim, por exemplo, quando se produzem apenas 29 toneladas de milho por cada tonelada deste produto que se produz a mais sacrificamos 1,39 toneladas de beterraba, mas quando produzimos 97 toneladas de milho se quisermos aumentar uma tonelada deste produto, temos de sacrificar 9,17 toneladas de beterraba.

À relação apresentada no Quadro 5 ou na Figura 4 dá-se o nome de Curva das Possibilidades de Produção.



Figura 5 - Curva das Possibilidades de Produção

A pergunta que se coloca é a seguinte: Qual a combinação que se deve escolher de modo a que o rendimento líquido seja máximo?

Todo o que vimos dizendo tem apenas em consideração aspectos tecnológicos, isto é, relações entre quantidades físicas (quantidades de água, de milho, de beterraba), mas como sabemos o objectivo do agricultor é ganhar dinheiro. Assim, para tomar a decisão de como repartir a água pelas culturas, precisamos de informação económica.



Suponhamos que da contabilidade de anos anteriores sabemos que o rendimento líquido por tonelada de beterraba é de 10 € e do milho é de 60 €, então podemos adicionar uma nova coluna ao Quadro 5 e obter o Quadro 6.

Quadro 6 . Combinações de produção possíveis e rendimento líquido total

Produção Milho (toneladas)	Produção Beterraba (toneladas)	Taxa Marginal de transformação	Rendimento Líquido Total (€)
15	475		5.650,00
29	455	-1,39	6.314,00
43	430	-1,89	6.856,00
55	400	-2,50	7.276,00
65	365	-3,24	7.574,00
75	325	-4,17	7.750,00
83	280	-5,36	7.804,00
91	230	-6,94	7.736,00
97	175	-9,17	7.546,00
101	115	-12,50	7.234,00
105	50	-18,06	6.800,00

Da análise deste quadro facilmente se depreende que a combinação que maximiza o rendimento é aquela em que se produzem 280 toneladas de beterraba e 83 toneladas de milho. Ou seja, o ponto óptimo corresponde à produção de 8,3 toneladas/hectare de milho e de 28 toneladas/ha de beterraba, o que de acordo com os dados do Quadro 4 corresponde à aplicação de 3000 m<sup>3</sup> e de 2000 m<sup>3</sup> de água por hectare, respectivamente. No ponto de máximo rendimento a TMT é igual à razão entre o rendimento do milho e da beterraba (0,6 €/ 0,1 € = 6, no quadro aparece a TMT = -5,36 porque estamos a trabalhar com unidades muito grandes, toneladas, sendo os resultados muito arredondados).

Em conclusão, podemos dizer que face à disponibilidade de água existente, se quisermos maximizar o rendimento devemos regar o milho com 3000 m<sup>3</sup> por hectare e a beterraba com 2000 m<sup>3</sup>/ hectare.

## Capítulo 3 – O que se deve produzir: decisões de longo prazo

Como se sabe há decisões que o agricultor toma que apenas produzem efeitos durante um curto espaço de tempo (como, por exemplo, semear trigo ou aveia, este ano em dada parcela), mas outras decisões (como plantar uma floresta ou uma vinha) envolvem investimentos que produzem efeitos por períodos muito longos. Para aferir da viabilidade económico-financeira destes investimentos temos de nos socorrer de indicadores diferentes dos que até agora considerámos. Neste capítulo vamos apresentar os indicadores mais usados em decisões desta natureza e, depois, vamos utilizá-los para tomar a decisão de fazer ou não a plantação de uma vinha numa área onde actualmente são praticadas culturas anuais de regadio.

### 3.1. O tempo e o valor do dinheiro

Vejamos porque razão, quando queremos comparar actividades multi-  
anuais temos de recorrer a indicadores diferentes dos anteriormente apresentados.

A comparação das actividades vai basear-se nos custos e receitas que elas produzirão ao longo do tempo. É evidente que ninguém pode somar rendimentos actuais com rendimentos futuros, isto é, valores a realizar imediatamente com outros que só ocorrerão no futuro, mais ou menos longínquo.

Para ninguém é indiferente a ter à sua disposição um quilograma de pão, ou 100 €, hoje, ou ter esses mesmos bens daqui a algum tempo. Primeiro, porque sendo a nossa vida finita, esses bens pouco ou nenhum valor terão se vierem depois da morte. Em segundo lugar, porque se tivermos a posse desses bens hoje podemos pô-los a “render”, ou seja, obter, com eles, no futuro, mais bens ou serviços disponíveis. Como diz Gide (1931): à medida que um bem se afasta de nós no tempo, o seu valor diminui, tal como se reduz o tamanho de um objecto quando se afasta na perspectiva; e assim como, graças à distância, o objecto acaba por se tornar imperceptível e desaparecer, do mesmo modo, graças ao tempo, o valor acaba por se tornar desprezível ou mesmo nulo.

O tempo introduz incerteza no processo de estimação dos custos e das receitas. Será possível dizer que um pomar, daqui a 10 anos, vai continuar a produzir bens e serviços na mesma quantidade e com a mesma qualidade dos que actualmente produz? E se os produzir, serão eles apreciados do mesmo modo que hoje (estarão os utilizadores ou consumidores dispostos a pagar o mesmo preço?). Ainda que a resposta às perguntas anteriormente formuladas seja positiva, como podemos somar quantidades de bens produzidos em momentos diferentes (meses, anos ou décadas)? À primeira vista a resolução destas questões, na realidade complicadas, parece simples, pois bastaria recorrer a uma unidade de medida comum: a unidade monetária. Como sabemos, isto levanta dois problemas: por um lado, a unidade de medida varia de dimensão (a moeda perde ou ganha valor, desvaloriza ou valoriza) e, por outro, ter uma dada quantidade de moeda num momento futuro não é o mesmo que tê-la hoje. Este é um dos maiores problemas que se colocam quando se pretendem comparar actividades ou avaliar investimentos que, pela sua natureza, produzem bens e serviços ao longo do tempo. No que se segue, tentaremos encontrar resposta para as questões que acabam de ser colocadas.

### 3.2. A taxa de juro de actualização, ou de capitalização

Para que os valores sejam comparáveis e se possam somar, é indispensável que estejam expressos na mesma unidade e referidos ao mesmo momento no tempo; em geral, o momento presente.

Normalmente, usa-se o termo actualizar quando se toma como momento de referência o presente e diz-se capitalizar quando o momento de referência é um momento situado no futuro.

De um modo simples podemos definir taxa de juro,  $r$ , como o montante a pagar (ou a receber) pelo direito de utilizar (ou por prescindir de utilizar) uma unidade monetária durante a unidade de tempo. Em geral, a taxa de juro,  $r$ , exprime-se em percentagem, sendo a unidade de tempo de referência de um ano. Assim, quando dizemos que o banco nos cobra uma taxa de juro de 5%, queremos dizer que, se pedirmos emprestadas 100 unidades monetárias, teremos de pagar, no fim do ano, 105 unidades monetárias (as 100 que pedimos emprestadas mais 5 pelo direito de as usar durante um ano, isto é, a taxa de juro).

Quando o período a que se refere a taxa é diferente do período de contagem de juros (período de actualização ou capitalização), há necessidade de a converter em outra taxa de juro referida ao mesmo período.

No caso de se tratar de capitalização simples utiliza-se uma taxa proporcional. Assim, se a taxa de juro  $r$  se referir ao ano, temos as seguintes taxas proporcionais,  $r'$ :

$$\text{Mensal: } r' = \frac{r}{12}$$

$$\text{Trimestral: } r' = \frac{3 \times r}{12}$$

$$\text{Semestral: } r' = \frac{6 \times r}{12}$$

$$\text{Referente a } n \text{ dias: } r' = \frac{r \times n}{365}$$

### 3.2.1. Capitalização simples e composta

A capitalização pode ser simples ou composta. Diz-se simples quando o juro vencido referente a cada período é pago e não é integrado no capital; e composta quando o juro, à medida que se vai vencendo, vai sendo integrado no capital.

Por exemplo, num processo de capitalização simples, um empréstimo de 100 unidades monetárias, UM, por dois anos, à taxa de juro de 5%, leva aos seguintes pagamentos: 5 UM no fim do primeiro ano e 105 UM no fim do segundo ano (100 UM de capital mais 5 UM de juro do segundo ano). Tratando-se de um processo de capitalização composto, o mesmo empréstimo de 100 UM à taxa de 5% daria origem a um só pagamento de 110,25 UM no fim do segundo ano (100 UM referente ao capital, mais 10,25 UM de juro). Neste processo de capitalização, o juro vencido no fim do primeiro ano é incorporado no capital e passa também a render juro no fim do segundo ano. Isto é, o capital inicial  $K_0$ , ao fim de um ano passa a ser  $K_1$  que é igual a

$$K_1 = K_0 (1 + r)$$

No fim do segundo ano o capital  $K_1$  passa a valer  $K_2$ , sendo  $K_2$  igual a  $K_2 = K_1 (1 + r) = K_0 [(1 + r) \times (1 + r)] = K_0 (1 + r)^2$

Generalizando para t períodos, tem-se

$$K_t = K_0 (1+r)^t$$

Pode dizer-se que a operação inversa da capitalização é a actualização.

Assim, o capital inicial  $K_0$  que ao fim de t períodos, rende  $K_t$ , é igual a:

$$K_0 = K_t (1+r)^{-t}$$

equivalente a:

$$K_0 = \frac{K_t}{(1+r)^t}$$

### 3.2.2. Taxa de actualização

Como se disse, ao comparar actividades ou ao avaliar investimentos, há receitas e despesas que serão geradas ao longo do tempo, não as podemos somar, porque não são da mesma natureza (os Euros obtidos hoje são diferentes, em poder de compra, dos Euros que só estarão disponíveis daqui a dez anos). O papel da taxa de actualização é o de transformar os rendimentos, que só estarão disponíveis no futuro, com maior ou menor grau de risco, em rendimentos equivalentes actuais e seguros.

Qualquer pessoa (agente económico) que actue racionalmente revela preferência temporal pelos meios financeiros, isto é, prefere receber o dinheiro no presente e não no futuro. Para justificar esta preferência basta lembrar que existe um mercado monetário onde as pessoas podem emprestar o seu dinheiro (adiando o consumo), e receber uma recompensa de r por cento pelo facto de retardar o consumo por uma unidade de tempo. Se o agente económico aceitar adiar o consumo naquelas condições, então é porque lhe é indiferente receber agora R unidades monetárias ou  $R(1+r)^t$  daqui a t anos. Este tipo de argumentação mostra a necessidade de descontar (reduzir) os rendimentos que só estarão disponíveis no futuro. De acordo com o raciocínio que vimos seguindo, o valor actual equivalente (montante que hoje é equivale ao rendimento a obter no futuro) a R, realizável daqui a t anos, é:

$$R/(1+r)^t.$$

No processo de actualização (capitalização) a escolha da taxa de juro tem crucial importância, como se pode constatar pela figura que a

seguir se apresenta. Note-se que as mesmas 100 unidades monetárias, UM, recebidas no mesmo ponto no tempo têm valores completamente diferentes conforme as taxas aplicadas. Assim, à taxa de juro de 2%, 100 UM recebidas daqui a 20 anos equivalem a 67,30 UM recebidas hoje; se a taxa de actualização for de 10%, as mesmas 100 UM recebidas daqui a 20 anos equivaleriam apenas a 14,48 UM recebidas hoje.

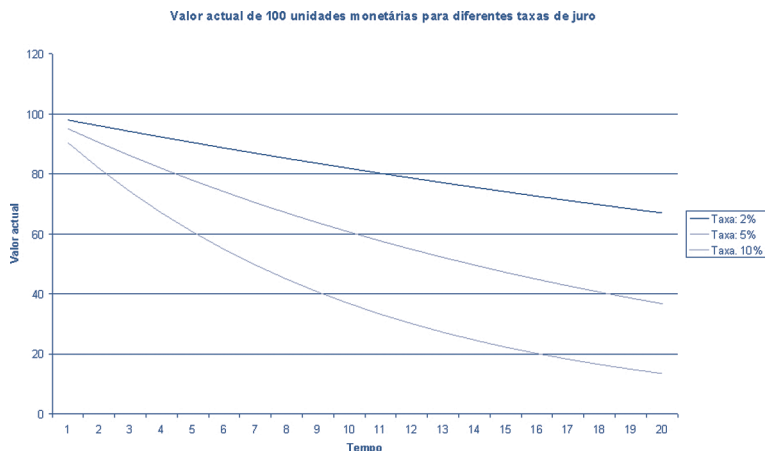


Figura 1. Valor de 100 unidades monetário ao longo do tempo a diferentes taxas de actualização (Fonte: Pinheiro, A.<sup>1</sup>)

O problema que se coloca é o de saber como escolher correctamente a taxa de desconto  $r$ . Apesar de ser uma questão de capital importância para avaliação de património, não tem uma resposta única e concreta. Assim, no sentido de orientar aqueles que necessitam de encontrar a taxa que melhor se ajusta a cada caso, vamos analisar alguns dos factores que influenciam a taxa de juro.

A taxa de desconto é uma medida subjectiva do que o indivíduo perde (deixa de ganhar) por receber uma soma monetária, não no presente, mas sim algum tempo mais tarde. Analisando o problema desta forma, a taxa de desconto é uma taxa financeira cujo valor correcto pode ser razoavelmente bem estimado pela taxa de juro a que o agente económico em causa pode pedir dinheiro emprestado ou pode emprestar dinheiro no mercado de capitais correndo riscos idênticos.

<sup>1</sup> Pinheiro, António C. A. [2005], *Avaliação de Património*, Edições Sílabo, Lisboa.

### 3.3. Indicadores económico-financeiros para caracterizar actividades de longa duração: o valor actual líquido, VAL, e a taxa interna de rentabilidade, TIR.

Do que atrás ficou dito, deve agora ser claro que para somar as receitas e as despesas ocorridas em momentos diferente temos de as reportar ao mesmo ponto de referência. Se esse ponto for o momento actual dizemos que as actualizamos. Assim, se para uma dada actividade (por exemplo um pomar) fixarmos uma taxa de juro,  $r$ , e somarmos todas as receitas actualizadas temos o valor actual das receitas, VAR,

$$\text{VAR} = \frac{R_1}{1+r} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \Lambda + \frac{R_t}{(1+r)^t}$$

onde  $R_i$  representa a receita ocorrida no ano  $i$ , e  $r$  a taxa de juro de actualização.

Se fizermos o mesmo em relação às despesa ou custos obteremos o valor actual dos custos, VAC,

$$\text{VAC} = \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \Lambda + \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Subtraindo, em cada ano, os custos das receitas e somando obtém-se o valor actual líquido, VAL,

$$\text{VAL} = \frac{R_1 - C_1}{1+r} + \frac{R_2 - C_2}{(1+r)^2} + \Lambda + \frac{R_t - C_t}{(1+r)^t} = \sum_{i=1}^t \frac{R_i - C_i}{(1+r)^i}$$

Em geral, quando se faz um investimento considera-se que o mesmo é feito no momento zero (momento em que se considera que se inicia a contagem do tempo). Assim, muitas vezes a expressão do VAL, toma a forma,

$$\text{VAL} = -I_0 + \frac{R_1 - C_1}{1+y} + \frac{R_2 - C_2}{(1+y)^2} + \Lambda + \frac{R_t - C_t}{(1+y)^t} = -I_0 + \sum_{i=1}^t \frac{R_i - C_i}{(1+r)^i}$$

De um modo geral, numa primeira análise, se um investimento tem um VAL positivo, para a taxa de juro que o agricultor pretende obter, então estamos perante um investimento interessante. Quando temos de escolher entre investimentos alternativos, em igualdade de circunstâncias, o que

tiver um VAL maior é o mais interessante do ponto de vista económico-financeiro.

Outro indicador muito usado para comparar investimentos é a taxa interna de rendibilidade, TIR. Este indicador diz-nos qual é a taxa de juro (retorno) que o dinheiro que despendemos no investimento está a render, isto é, a que taxa esta a crescer o dinheiro que investimos.

A TIR é o valor da taxa de actualização  $K$  que torna o VAL igual a zero, isto é, que torna verdadeira a seguinte expressão,

$$-I_0 + \frac{R_1 - C_1}{1 + K} + \frac{R_2 - C_2}{(1 + K)^2} + \Lambda + \frac{R_t - C_t}{(1 + K)^t} = 0$$

ou,

$$-I_0 + \frac{R_1 - C_1}{1 + K} + \frac{R_2 - C_2}{(1 + K)^2} + \Lambda + \frac{R_t - C_t}{(1 + K)^t}$$

### 3.4. Exemplo de cálculo do Valor Actual Líquido, VAL, e da Taxa Interna de Rendibilidade, TIR de um investimento.

Exemplos do mundo real:

Consideremos novamente a Irmãos Marcelino, S.A., empresa produtora de hortícolas em Almeirim, que possuem uma propriedade de 10 hectares onde habitualmente cultivam 5 hectares de milho e 5 hectares de tomate para a indústria e que agora lhe é dada a oportunidade de plantar vinha nesses 10 hectares. Se continuar a produzir milho e tomate não terá de fazer investimentos, mas a plantação da vinha vai obrigá-lo a um grande investimento. A pergunta que se coloca é: deve ou não a empresa fazer o investimento? Vamos ver como podemos dar resposta a esta pergunta.





Começemos por analisar as culturas actualmente praticadas e qual é o rendimento fundiário e empresarial que o agricultor está a obter.

### 1. Milho de regadio

A variedade de milho híbrido que é recomendada e está a ser usada é de ciclo curto, com sementeira em Abril e colheita em Setembro, na tentativa de combinar uma maior produção com um menor consumo de água. A tecnologia praticada é de mobilização mínima do solo por se admitir que, para além de não haver despesas de mobilização, permite uma melhoria do solo e evita os riscos de erosão. A produção média de milho-grão tem sido de 11.000 kg/ha e o preço de venda é de 0,14 €/kg. O tipo de rega utilizado é a aspersão. O consumo de água é de 5.000 m<sup>3</sup>/ha. Da conta de cultura desta actividade tiram-se os seguintes valores, em Euros por hectare, que constam no Quadro 1.

Quadro 1. Dados relativos à cultura do milho-grão (€/ha)

Receitas Brutas	1540
Custos:	
Mão-de-obra	39,22
Máquinas	184,35
Consumos Intermédios (incluindo a água)	925,76
Juros do capital circulante	2,42
Gastos gerais	30,28
CP = Custo total (sem encargos da terra e de gestão)	1182,03
RFE = RB- CP	357,97

A disponibilidade e o preço da água têm importância decisiva sobre a viabilidade de culturas de regadio, como o milho, que tem elevados consumos deste factor de produção. Por isso, convém fazer realçar a importância do preço da água na viabilidade económica desta actividade. Actualmente o preço da água é de 0.05€/m<sup>3</sup>, o que quer dizer que o custo da água é de 250,00 €/ha (5.000x0.05), ou seja, cerca de 20% do custo total. Trata-se, portanto, de uma actividade economicamente muito “sensível” ao custo da água sendo, por isso, necessário prever se o seu preço irá subir muito.

### 2. Tomate de regadio para indústria

O tomate de regadio é considerado como uma cultura bem adaptada às condições edafo-climáticas daquela propriedade. A tecnologia de regadio utilizada é a de gota-a-gota, prevendo-se um consumo de 4.800

m<sup>3</sup>/ha. As operações culturais são o mais mecanizadas possível, incluindo a colheita. A produção média que se tem verificado é de cerca de 70.000 kg/ha e o preço de 0.09 €/kg. O escoamento está garantido para uma fábrica de transformação instalada na região. Da conta de cultura desta actividade retiram-se os seguintes valores, em Euros por hectares, que constam no Quadro 2.

Quadro 2. Dados relativos à cultura do tomate

Receitas Brutas	6300
Custos:	
Mão-de-obra	782,89
Máquinas	2011,47
Consumos Intermédios (incluindo a água)	2549,63
Juros do capital circulante	10,54
Gastos gerais	33,41
CP = Custo total (sem encargos da terra e de gestão)	5387,94
RFE = RB- CP	912,06

Em resumo, na situação actual o agricultor tem um RFE médio anual da sua empresa igual a:

$$RFE = (357,97 \times 5) + (912,06 \times 5) = 6.350,15 \text{ €}$$

### 3. Vinha

Trata-se de uma das actividades mais prósperas na região alentejana. Embora se trate de uma actividade que muitos desejam praticar, por ser rentável, é prudente não entrar em euforia, pois, dada a elevada competitividade do mercado do vinho, é de prever que o negócio se torne, no médio prazo, lucrativamente menos atractivo.

A vinha a instalar será das castas tintas mais aconselháveis para a região e na proporção mais valorizada pela Adega Cooperativa.

Na elaboração da conta de cultura, tomou-se como referência um modelo de 10 hectares em monocultura de vinha, com rega gota-a-gota. O custo de instalação de uma vinha desta natureza estima-se em cerca de 15.000,00 €/ha. O preço da uva tem variado muito nos últimos anos pelo que se tem como razoável e prudente considerar, para as castas a instalar e atendendo ao grau alcoólico das vinhas vizinhas, o preço de 0.80 €/kg.

De acordo com a informação recolhida, as produções a esperar ao longo da vida da vinha estão representadas no gráfico seguinte.

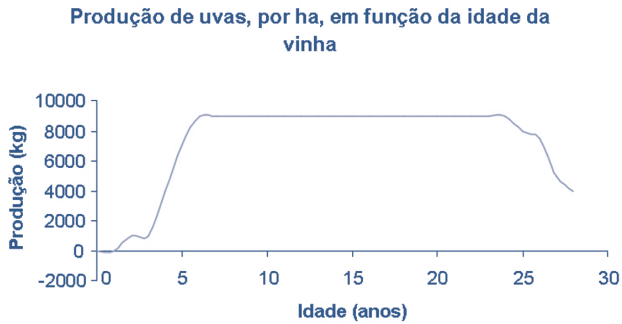


Figura 2. Produção de uvas ao longo da vida da vinha

Dado que o negócio envolve algum risco, considerou-se que a taxa de juro aceitável para este investimento seria de 6%. Tendo por base a conta de exploração da vinha, elaborou-se o Quadro 3, que a seguir se apresenta, onde CP representa o custo de produção total (não incluindo encargos com a terra, nem com a gestão) incorrido em cada ano; RB corresponde ao valor das receitas brutas em cada ano; RFE é igual à diferença entre RB e CP e  $VAL_1$  e  $VAL_2$  correspondem à soma dos valores de RFE actualizado à taxa de 5% e 6%, respectivamente. Isto é,  $VAL_1$  é igual a:

$$VAL_1 = \frac{RFE_1}{1,05} + \frac{RFE_2}{(1,05)^2} + \dots + \frac{RFE_t}{(1,05)^t}$$

sendo t a idade da vinha (em anos) até onde se estima o valor actual. Na coluna correspondente ao  $VAL_1$  podemos ver que este valor atinge o máximo aos 27 anos de idade da vinha. Assim, se o objectivo do agricultor é o de maximizar o  $VAL$ , isto significa que a vinha deve ser arrancada aos 27.

Quadro 3. Produção, custos e receitas de um hectare de vinha

IDADE	PRODUÇÃO (kg)	CP	RB	RFE	VAL <sub>2</sub> (6%)	VAL <sub>1</sub> (5%)
0	0	15.000,00	0	(15.000,00)	(15.000,00)	(15.000,00)
1	0	5.000,00	0	(4.761,90)	(19.716,98)	(19.761,90)
2	1000	3.500,00	800	(2.448,98)	(22.119,97)	(22.210,88)
3	1000	3.500,00	800	(2.332,36)	(24.386,94)	(24.543,25)
4	4000	3.500,00	3200	(246,81)	(24.624,57)	(24.790,06)
5	7000	3.500,00	5600	1.645,40	(23.055,33)	(23.144,65)
6	9.000	3.500,00	7200	2.761,00	(20.446,98)	(20.383,65)
7	9000	3.500,00	7200	2.629,52	(17.986,26)	(17.754,13)
8	9000	3.500,00	7200	2.504,31	(15.664,84)	(15.249,83)
9	9000	3.500,00	7200	2.385,05	(13.474,81)	(12.864,78)
10	9000	3.500,00	7200	2.271,48	(11.408,75)	(10.593,30)
11	9000	3.500,00	7200	2.163,31	(9.459,64)	(8.429,98)
12	9000	3.500,00	7200	2.060,30	(7.620,85)	(6.369,68)
13	9000	3.500,00	7200	1.962,19	(5.886,15)	(4.407,50)
14	9000	3.500,00	7200	1.868,75	(4.249,63)	(2.538,74)
15	9000	3.500,00	7200	1.779,76	(2.705,75)	(758,98)
16	9000	3.500,00	7200	1.695,01	(1.249,26)	936,03
17	9000	3.500,00	7200	1.614,30	124,79	2.550,33
18	9000	3.500,00	7200	1.537,43	1.421,06	4.087,76
19	9000	3.500,00	7200	1.464,22	2.643,96	5.551,97
20	9000	3.500,00	7200	1.394,49	3.797,63	6.946,46
21	9000	3.500,00	7200	1.328,09	4.886,01	8.274,55
22	9000	3.500,00	7200	1.264,84	5.912,78	9.539,39
23	9000	3.500,00	7200	1.204,61	6.881,43	10.744,01
24	9000	3.500,00	7200	1.147,25	7.795,25	11.891,26
25	8000	3.500,00	6400	856,38	8.470,94	12.747,64
26	7500	3.500,00	6000	703,10	9.020,47	13.450,74
27	5000	3.500,00	4000	133,92	9.124,15	13.584,66
28	4000	3.500,00	3200	(76,53)	9.065,46	13.508,14

De acordo com os resultados do Quadro 3, se o agricultor quiser que o investimento nos 10 hectares de vinha renda 6% ao ano, significa que o valor actual de todas as receitas e despesas que efectuará ao longo da vida da vinha, se as suas previsões de preços e produções estiverem correctas, geram um valor líquido correspondente a 91.241,50 € (10 ha x 9.124,15 €).

Agora põe-se a pergunta fundamental: valerá a pena substituir as culturas de tomate e de milho pela vinha?

Tratando-se de actividades tão diferentes (umas anuais e outra multi-anual) como poderemos comparar os valores do RFE por elas gerados, isto é, como comparar o RFE gerado pelas culturas do milho e do tomate com o da vinha? A resposta é fácil, vamos ver qual é o montante anual constante que colocado a render à taxa de 6% durante 27 anos dá um montante igual aos 91.241,50 € gerados pela vinha durante a sua vida útil.

Então temos de encontrar um valor Z tal que,

$$91241,50 = \frac{Z}{1,05} + \frac{Z}{(1,05)^2} + \dots + \frac{Z}{(1,05)^{27}} = Z \cdot \sum_{i=1}^{27} \frac{1}{1,05^i}$$

Há tabelas que fornecem o valor deste somatório que, neste caso é igual a 13,211. Então teremos,

$$13,211 Z = 91241,50 \quad \text{ou seja:} \quad Z = 6.906,72 \text{ €}$$

Quer dizer que os 91.241,50 € de rendimento, gerados pelos 10 hectares da vinha, ao longo dos 27 anos, são equivalente a um rendimento anual constante de 6.906,72€. É este valor que devemos compara com o RFE das culturas do milho e do tomate que como vimos é igual a 6.350,15 €. A decisão cabe a cada agricultor, mas dado tratar-se de uma diferença tão pequena e dado que a vinha exige avultados investimentos a decisão deverá ser bem ponderada.

Como se disse, a decisão final cabe sempre ao agricultor e depende de muito factores objectivos, mas difíceis de prever com rigor (preços e produções esperadas, da taxa de juro que deseja obter, e outros) e de factores subjectivos como expectativas e gosto pelas actividades a desenvolver.

## Capítulo 4. Tipos de mercados e de restrições com que o empresário se confronta

Nos dois capítulos anteriores apresentámos conceitos que permitem tomar decisões racionais baseadas em princípios de Economia. Os exemplos apresentados são propositadamente muito simples para que os conceitos subjacentes sejam facilmente identificados. Como sabemos, a realidade com que os agricultores se defrontam é bem complexa. Por um lado, têm de escolher as actividades que as condições edafo-climáticas da exploração permitem. Por outro lado, têm de produzir aquilo para que há mercado, isto é, aquilo que os consumidores desejam comprar. Para além destes condicionalismos, têm ainda de se sujeitar a restrições de natureza edafo-climática, institucionais e de disponibilidade de recursos físicos e monetários.

### 1. Tipos de mercados

O lucro da actividade depende muito do tipo de mercado que o agricultor enfrenta. A organização dos mercados varia muito de produto para produto, mas todas elas estão entre duas organizações que podemos considerar extremas: os mercados em que há competição perfeita e os monopólios. Se entendermos bem o que caracteriza e como funcionam estes dois tipos de mercados é fácil entender o que acontece nos outros. Vejamos então as características destes dois tipos de mercado.

#### 1.1 Concorrência perfeita

Para que um mercado se possa considerar de concorrência perfeita tem de ter as seguintes características:

- Ter um grande número de compradores e de vendedores;
- Ser permitida a livre entrada e saída de empresas: não existem barreiras à entrada nem à saída das empresas no mercado;
- O Estado não ter qualquer tipo de intervenção no mercado.

Para que um mercado tenha as características referidas é necessário que se verifiquem as seguintes condições:

Que exista um produto homogéneo: o produto de uma empresa tem de ser, aos olhos do consumidor, idêntico ao vendido por outra empresa;

- Que as empresas aceitem o preço vigente no mercado, isto é, a empresa acredita que o preço de mercado não será afectado pela quantidade de produto que ela vende ou compra;
- Que haja perfeito conhecimento das condições actuais e futuras de mercado;
- Que, no longo prazo, haja mobilidade perfeita dos factores de produção (terra, trabalho e outros), isto é, que seja possível comprar e vender os recursos afectos à produção sem custos adicionais.

Neste mercado, assume-se que o objectivo dos empresários é o da maximização do lucro económico.

No mercado competitivo o preço de venda é aquele em que a quantidade produzida pelo conjunto dos agricultores que produzem esse produto (oferta) iguala a soma das quantidades que os consumidores desejam comprar àquele preço (procura). Assim, a quantidade e o preço de equilíbrio são obtidos no ponto de encontro das linhas que representam a oferta e a procura, como se mostra na Figura 1.

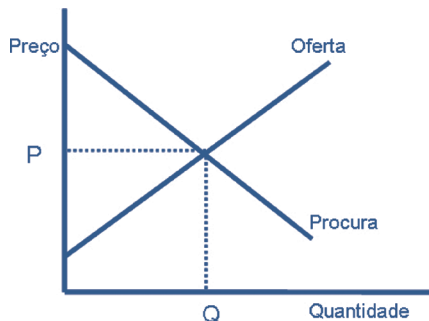


Figura 1. Preço e quantidade de equilíbrio num mercado de concorrência perfeita

Como atrás se disse, este tipo de mercado constituiu um referencial em termos da quantidade e do preço que devem ser praticados.

## 1.2 Monopólio

No extremo oposto à concorrência perfeita está o monopólio, estrutura em que um único vendedor de um produto sem substitutos próximos serve a totalidade dos compradores (no monopólio existe um só comprador para todos os vendedores).

Comparando este mercado com o de concorrência perfeita pode dizer-se que, contrariamente ao que acontecia aos produtores em concorrência perfeita, o monopolista tem controlo sobre o preço, dado que só ele vende o produto e, portanto, toda a procura lhe é dirigida, isto quer dizer que ele enfrenta a própria procura total do mercado.

Neste caso, como o monopolista é que fixa o preço, a receita total das vendas depende do preço que ele fixar. Como o monopolista quer maximizar o lucro, a primeira reacção seria a de fixar um preço muito elevado, mas não podemos esquecer que se o preço for muito alto haverá menos compradores para o produto. Prova-se que o preço que faz com que o monopolista maximize o lucro é aquele em que o acréscimo de rendimento por vender mais uma unidade, devido a baixar o preço, (rendimento marginal) iguala o custo de produzir mais essa unidade do produto (custo marginal). Como se pode ver na Figura 2, essa igualdade ocorre no ponto de coordenadas  $P_1, Q_1$ . Este ponto corresponde a um preço mais elevado e a uma quantidade menor do que na situação de concorrência perfeita em que o ponto de equilíbrio tem as coordenadas  $P, Q$ .

Estes mercados, monopólio e monopsonio, constituem outro referencial, sendo que em mercados com este tipo de organização as quantidades transaccionadas são as que maximizam o lucro de quem detém o maior poder negocial (vendedor, no caso do monopólio ou comprador, no caso do monopsonio).

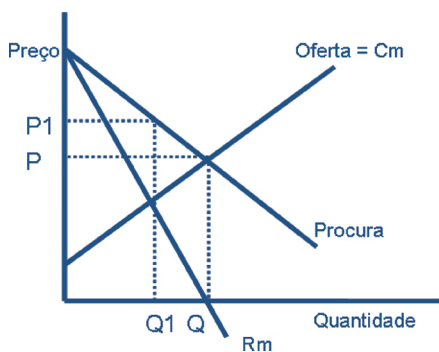


Figura 2. Preço e quantidade de equilíbrio num mercado de monopólio

Em suma, pode dizer-se que a concorrência perfeita e o monopólio tipificam dois mercados que conduzem a situações de equilíbrio extremas:



a concorrência leva aos preços mais baixos (e, conseqüentemente, às maiores quantidades transaccionadas) e o monopólio aos preços mais altos (e às menores quantidades). Em qualquer outro tipo de organização de mercado os preços e as quantidades transaccionadas têm valores intermédios aos verificados naqueles mercados.

Na vida real, não existe nenhum mercado que satisfaça integralmente todos os requisitos a que devem obedecer as organizações de mercado de concorrência perfeita ou de monopólio. Podemos, contudo, afirmar que há mercados, como o do trigo, que estão próximos da concorrência perfeita, enquanto outros, como o presunto de Barrancos está mais próximo do monopólio.

O fundamental a reter é que o agricultor tem, em geral, de observar o mercado para poder prever o preço de venda dos seus produtos.

## **2. Tipos de restrições**

Como se disse, o agricultor ao planear as suas actividades deve tomar em linha de conta não só o tipo de mercado onde vai comprar os factores de produção e vender os seus produtos, mas também as restrições a que as suas actividades estão sujeitas.

### **2.1. Restrições de solo e clima**

Como é sabido, o agricultor só deve praticar na sua empresa as actividades para as quais a natureza do solo e o clima permitam. Sendo evidente esta afirmação muitas vezes, acontece com alguma frequência que agricultores começam a sua actividade sem previamente fazerem a análise dos solos e conhecerem as características do clima da região - as temperaturas máximas e mínimas, o número de dias de geada e aquando ocorrem, frequência e velocidade do vento, humidade relativa do ar nos diferentes meses do ano e outras - para as poderem comparar com as exigências da cultura. Isto pode ser a causa do insucesso de uma empresa.

### **2.2 Restrições institucionais**

Para além das restrições do clima e do solo da empresa, das restrições que o mercado impõe (preços baixos impedem que agricultores que têm

custos elevados produzam menos ou não produzam), há outro tipo de restrições a que chamamos de institucionais que limitam as decisões dos empresários. A título de exemplo, apresentamos algumas restrições com que se defrontaram, ou com que ainda se defrontam os agricultores.

Retirada de terras obrigatória: os produtores cuja área declarada seja superior à necessária para produzir 92 toneladas de cereais, tendo em conta os rendimentos atribuídos às parcelas declaradas, têm obrigatoriamente que retirar da produção 10% do total da área declarada.

- Regime das quotas leiteiras. Os produtores de leite estão sujeitos a um regime de quotas de produção que, simultaneamente, lhes garante e limita o direito de produzir leite numa determinada quantidade.
- Regime de modulação facultativa dos pagamentos directos. Está iminente a entrada em vigor de um regime de modulação facultativo para cada Estado membro da UE, segundo o qual todas as explorações que auferiram pagamentos directos desligados da produção (regime de pagamento único) superiores a 5000€/ano, poderão vir a ver retidos (perder) até 20% desses montantes.
- Práticas culturais. Para beneficiarem do regime de apoio os produtores devem: a) semear integralmente as superfícies declaradas em conformidade com as normas locais reconhecidas e as condições ambientais estabelecidas; b) utilizar uma densidade de sementeira adequada às culturas e observar o equilíbrio das rotações culturais. Poderão, designadamente, pôr em prática o princípio do “eco-condicionalismo” das ajudas por superfície, fazendo depender o pagamento destas do respeito de exigências gerais ou específicas em matéria de protecção do ambiente.
- Extensificação. Medidas para incentivar os produtores a adoptarem práticas de criação extensiva.

Estes são apenas alguns exemplos de medidas que de uma maneira ou outra condicionam as acções dos agricultores e que, por isso, devem ser consideradas na tomada de decisão do que produzir e/ou do quanto produzir.

### 2.3 Restrições resultantes da limitação físicas

Para além das restrições atrás indicadas há as que se prendem com as disponibilidades de factores de produção. Para cada agricultor as disponibilidades em terra, mão-de-obra, horas de máquinas, água e outras, são mais ou menos fixas e, portanto, o plano de exploração (conjunto de actividades a programar no espaço e no tempo) tem de se sujeitar a estas restrições.

## Capítulo 5. Métodos de Apoio à Decisão

Há vários métodos que ajudam a planear novos sistemas de produção ou a corrigir sistemas já praticados. Na literatura da especialidade são indicados vários ferramentas com este objectivo, mas, na realidade os métodos que melhor satisfazem as necessidades do empresário que precisa de escolher entre várias alternativas são os métodos dos orçamentos e o da programação linear.

### 1. O método dos orçamentos

Um orçamento não é mais do que a quantificação de todas as despesas e receitas esperadas e previsíveis, quer se trate de uma actividade (por exemplo, a cultura de um hectare de trigo), quer se trate do conjunto das actividades de uma empresa, família ou outra entidade, num determinado período de tempo, em geral, durante um ano. No caso de se tratar das despesas e das receitas de uma actividade designa-se por orçamento parcial e quando se refere ao conjunto das actividades da empresa designa-se por orçamento global.

Para o caso vertente, o método dos orçamentos parciais, como ferramenta de planeamento, é o mais adequado para responder a questões como: substituir uma actividade por outra, comprar ou alugar uma máquina, regar pelo sistema gota-a-gota, ou com pivot, etc.

Pode dizer-se que os orçamentos parciais são modos de fazer análises marginais, estimando o acréscimo de lucro ou de prejuízo com as alterações que se pretendem introduzir na empresa.

Para levar a cabo este método é necessário estimar:

Acréscimo de encargos, AE: os custos que não existem na situação actual, mas que passarão a existir se for introduzida a alteração em estudo;

Redução de encargos, RE: referem-se a custos que actualmente se verificam e que deixarão de se verificar se for introduzida a alteração em estudo;

Redução de receitas, RR: montante de receitas que actualmente se obtêm e deixarão de se obtidas se o plano for executado;

Acréscimo de receitas, AR: diz respeito às receitas que serão recebidas se o plano for por diante.

Resumidamente, podemos dizer que a alteração a introduzir gera um Deve e um Haver, que pode ser representado do seguinte modo:

DEVE	HAYER
Acréscimo de Encargos (AE)	Acréscimo de receitas (AR)
Redução de Receitas (RR)	Redução de Encargos (RE)
Custos da Proposta, $CP = AE + RR$	Receitas da proposta $RP = AR + RE$
Alteração do resultado final, $RSF = RP - CP$	

Portanto, se a alteração do resultado final for positiva valerá a pena prosseguir com a alteração proposta (substituição de actividades, compra de equipamento ou outra) Caso contrário quer dizer a situação actual é melhor do que a proposta e, portanto, não devemos efectuar a alteração.

Convém realçar que os acréscimos e reduções de custos e receitas são previsões de situações futuras que envolvem os mercados (preços dos produções e dos factores de produção) e as condições climatéricas (quantidades produzidas). Portanto, as estimativas devem ser elaboradas com cuidado devendo conter alguma margem para seguros e provisões.

## 2. O método de programação linear

Para ajudar os empresários agrícolas ou de outros ramos de actividades na tomada de decisão, em particular a decisão de como afectar os recursos escassos (terra, trabalho, capital e outros), tendo em linha de conta as restrições físicas, técnicas, institucionais e outras que eventualmente se coloquem, existem hoje técnicas muito potentes e de simples aplicação. Uma das mais usadas é a chamada programação linear. Para ver como funciona vamos servir-nos de um pequeno exemplo.

### 2.1 Exemplos possíveis de resolver graficamente

#### 2.1.1 Como maximizar o objectivo do empresário?

Consideremos uma exploração agrícola com 100 hectares de terra, nos quais, tendo em consideração as condições edafo-climáticas, as culturas mais recomendáveis são o milho para grão e a beterraba. Admitamos que os únicos factores produtivos limitativos da empresa são a terra e a mão-de-obra.

As necessidades destas culturas e a sua margem bruta, MB, por hectare, estão resumidas do Quadro 1.

Quadro 1. Margem bruta e necessidades de terra e trabalho por hectare

	Milho	Beterraba
Margem Bruta	756,03	1574,87
Terra (ha)	1	1
Trabalho (horas/ha)	26	60

Para além da restrição em terra (100 ha) sabe-se que a empresa apenas dispõe de 5.000 horas de mão-de-obra. Por outro lado, restrições de ordem técnica aconselham a que a área de milho seja, no máximo de 70 ha.

O objectivo do empresário é a maximização da margem bruta proveniente das culturas da beterraba e do milho.

Se designarmos por  $X_1$  a área ocupada com milho e  $X_2$  a área plantada de beterraba, o problema que temos para resolver pode ser assim equacionado.

$$\text{Maximizar a margem bruta} = 756,03X_1 + 1574,87X_2$$

Respeitando as restrições:

A quantidade de terra (ha) utilizada nas duas culturas não pode exceder os 100 ha disponíveis:

$$1 X_1 + 1 X_2 \leq 100$$

As horas de trabalho dispendidas nas duas culturas não pode exceder as 5.000 horas disponíveis:

$$26 X_1 + 60X_2 \leq 5.000$$

A área ocupada com milho não pode exceder 70 ha:

$$X_1 \leq 70$$

Estas restrições estão representadas pela Figura 1.

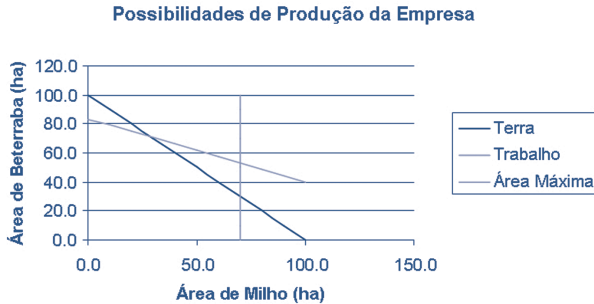


Figura 1. Possibilidades de produção da empresa

Cada uma das linhas representa uma restrição. A linha a azul representa a restrição relativa à terra. Ela indica que a soma da área ocupada pelo milho com a ocupada pela beterraba tem de ser menor ou igual à disponibilidade de terra (100 ha). Do mesmo modo a restrição a encarnado diz que as horas de trabalho gasto na produção de milho somadas às horas gastas na produção de beterraba não podem exceder 5.000 horas. Por fim, a restrição a amarelo indica que a área de milho tem de ser menor ou igual a 70 ha.

De acordo com o gráfico, a empresa pode produzir qualquer combinação de hectares de milho e beterraba que estejam no interior do espaço limitado pelas três linhas, mas não pode produzir nenhuma combinação das que estão fora daqueles limites. Assim pode, por exemplo, produzir 50 ha de milho e 40 de beterraba, mas não pode produzir 50 ha de milho e 80 de beterraba. Facilmente se concluiu que os máximos valores da produção estão nos limites desse poliedro cujos vértices têm as coordenadas dadas pelas combinações de hectares de milho e beterraba que constam nas duas primeiras colunas do Quadro 2.

Quadro 2. Combinações de máxima produção e respectiva margem bruta

Milho (ha)	Beterraba (ha)	BM Total (€)
0	83,00	130.714,21
30	70,00	132.921,80
70	30,00	100.168,20
70	0,00	52.922,10

Da análise do Quadro 2 facilmente se conclui que a combinação que leva à máxima margem bruta é de 30 ha de milho e 70 ha de beterraba.

### 2.1.2 Como alimentar os animais com uma ração de custo mínimo?

Admita agora que o zootecnista que dá apoio à sua exploração lhe diz que a alimentação indicada para os seus animais tem de ter uma combinação que garanta que os animais ingerem, por dia, pelo menos, as seguintes quantidades:

Hidratos de carbono: 200 unidades

Proteínas: 210 unidades

Vitaminas: 150 unidades

Suponhamos ainda que para alimentar os animais dispõe de dois alimentos: concentrado, ao preço de 0,30€/kg e farinha cujo preço é de 0,15€/kg. Estes alimentos têm a composição química que consta do Quadro 3.

Quadro 3. Composição dos alimentos

	Concentrado (unidades/kg)	Farinha (unidades/kg)
Hidratos de carbono	20	50
Vitaminas	50	10
Proteínas	30	30

O seu objectivo, como empresário, será o de fornecer aos animais, pelo menos, as quantidades mínimas de vitaminas, proteínas e hidratos de carbono ao menor custo.

Designando por  $X_1$  e  $X_2$ , as quantidades de concentrado e de farinha da ração diária dos animais, o problema, matematicamente, toma a seguinte forma:

$$\text{Minimizar o custo da ração} = 0,30 X_1 + 0,15 X_2$$



Satisfazendo as seguintes necessidades dos animais:

A quantidade de hidratos de carbono tem de ser de, pelo menos, 200 unidades:

$$20 X_1 + 50X_2 \geq 200$$

A quantidade de vitaminas tem de ser de, pelo menos, 150 unidades:

$$50 X_1 + 10X_2 \geq 150$$

A quantidade de proteína tem de ser de, pelo menos, 210 unidades:

$$30 X_1 + 30X_2 \geq 210$$

As necessidades dos animais podem ser representadas graficamente como de vê na Figura 2, onde cada recta representa uma das restrições impostas em relação a cada nutriente.

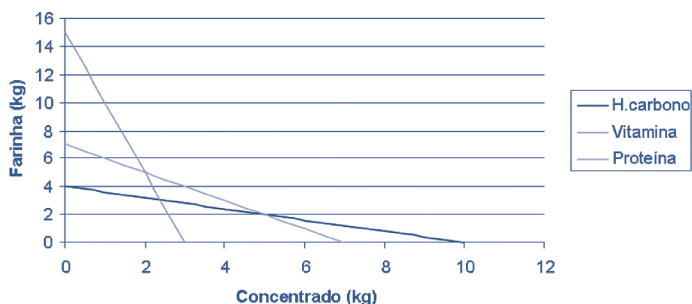


Figura 2. Resolução gráfica do problema da ração de custo mínimo

Assim, por exemplo, a recta a laranja indica que todas as combinações de farinha e concentrado situadas sobre ou acima dela, satisfazem as necessidades diárias dos animais em vitaminas. Do mesmo modo se podem interpretar as outras linhas em relação à proteína e aos hidratos de carbono.

Portanto, para que uma ração satisfaça todas as necessidades dos animais tem de ter uma combinação de farinha e concentrado que esteja no espaço cujo limite inferior é intercepção das linhas. Esse espaço tem por limite inferior os vértices do poliedro cujas combinações de farinha e concentrado estão representadas no Quadro 4.

Quadro 4. Combinações de farinha e concentrado que garantem as necessidades dos animais e respectivo custo

Farinha (kg)	Concentrado (kg)	Custo (€)
0	15	4,50
2	5	1,80
5	2	1,35
0	10	3,00

Como se pode constatar pelos preços das diferentes combinações de ração que garantem as necessidades dos animais, a ração de menor custo é a que combina 5 kg de farinha com 2 kg de concentrado.

## 2.2 Solução de um problema com recurso ao simplex

Se considerarmos que na exploração em estudo são possíveis várias culturas, de sequeiro e regadio, com as margens brutas e as necessidades em recursos indicadas no Quadro 5, e, se por outro lado, considerarmos que as disponibilidades da empresa são as apresentadas no Quadro 6.

Quadro 5. Margens brutas e necessidades de recursos das actividades

	Beterraba sacarina	Girassol	Milho Grão	Tomate Indústria	Trigo rijo sequeiro	Trigo mole regadio	Trigo mole sequeiro
Margem bruta (€/ha)	1612,87	20,01	806,03	2532,01	480,64	465,54	152,28
Terra (ha)	1	1	1	1	1	1	1
Trabalho (horas/ha)	60	5,86	26	320	12,84	17,84	11,75
Água (m <sup>3</sup> /ha)	3800	0	5000	6800	0	1500	0

Quadro 6. Disponibilidades de recursos

Recursos	Disponibilidades
Terra (ha)	100,00
Trabalho (horas/ano)	7.500,00
Água (m <sup>3</sup> )	600.000,00

Se, para além de tudo isto, acrescentarmos que do ponto de vista técnico a soma das áreas de beterraba e de tomate para indústria não devem ultrapassar 50 hectares e que a soma das áreas ocupadas com trigo deve ser menor ou igual à soma da área das outras culturas, concluiremos que este problema, embora simples, não pode ser resolvido graficamente. Em geral, para encontrar a solução óptima, a que maximiza a margem bruta, recorre-se ao computador e usa-se um programa que toma o nome genérico de “simplex”.

A solução do problema atrás exposto, usando o programa “simplex” é a que a se segue.

Máximo da função objectivo = 11.8314,12 €,

Culturas a praticar e áreas respectivas:

- Beterraba – 35,16 ha
- Tomate – 14,84 ha
- Trigo duro de sequeiro – 50,00 ha

Em resumo, esta combinação de culturas é a que gera a maior Margem Bruta (11.8314,12 €), ocupa toda a terra e mão-de-obra disponíveis (100 ha e 7.500,0 horas, respectivamente) e utiliza 234.515,38 m<sup>3</sup> de água. Como se poderá verificar todas as restrições são satisfeitas e não há outra combinação de actividades que gere uma margem bruta superior à atrás indicada.

A solução óptima para o problema atrás apresentado, embora aparentemente simples, é difícil de encontrar sem o recurso ao cálculo automático. Como se sabe, por mais pequena que seja a empresa tem a possibilidade de realizar muitas actividades alternativas e está sujeita a muitas restrições. Felizmente, existem hoje computadores, mesmo portáteis, que permitem encontrar, quase instantaneamente, a solução para situações em que temos centenas de actividades possíveis e centenas de restrições.