

A **agricultura** distingue-se das restantes actividades económicas por, entre outras características, se desenvolver maioritariamente ao **ar livre**. Desta característica resulta uma extrema dependência face às condições meteorológicas.

Até há uma ou duas décadas atrás era plausível considerar que os **regimes termo-pluviométricos**, caracterizadores do clima de cada região, eram **estáticos**;

No início dos anos 90 do século passado começaram a registar-se evidências que punham em questão tal pressuposto.

Deste modo, passou a assumir-se que o clima está em mudança, i.e., estão a ocorrer **alterações climáticas**.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

O **clima** pode ser genericamente definido como a média das condições meteorológicas numa determinada região.

O **estado do tempo** e, conseqüentemente, o clima de uma região é determinado por múltiplos factores e processos que interactivam entre si.

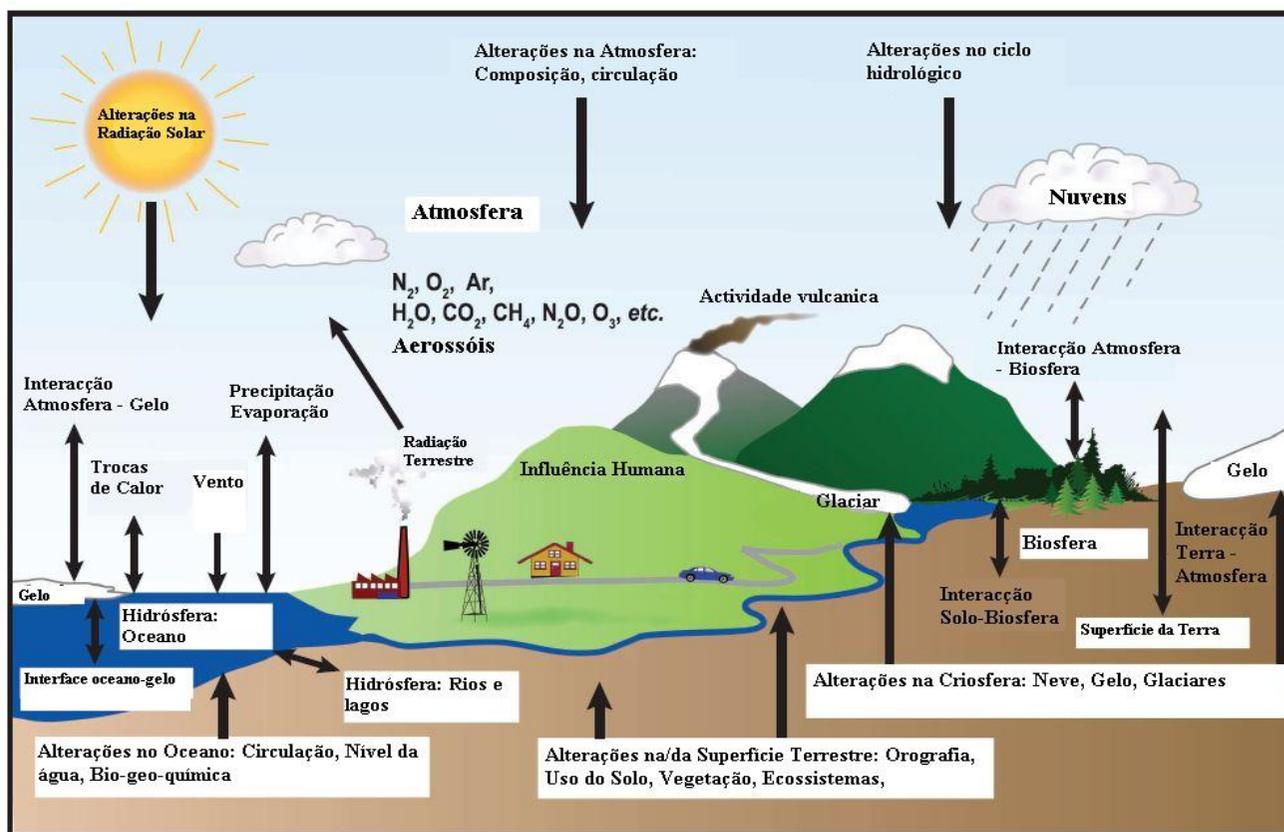


O estado do tempo e, conseqüentemente, o clima de uma região é determinado por múltiplos factores e processos que interactuam entre si.

Desta forma, podemos pensar num **sistema climático**, complexo e dinâmico, cuja interacção entre os seus constituintes resulta no estado do tempo, num determinado momento

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



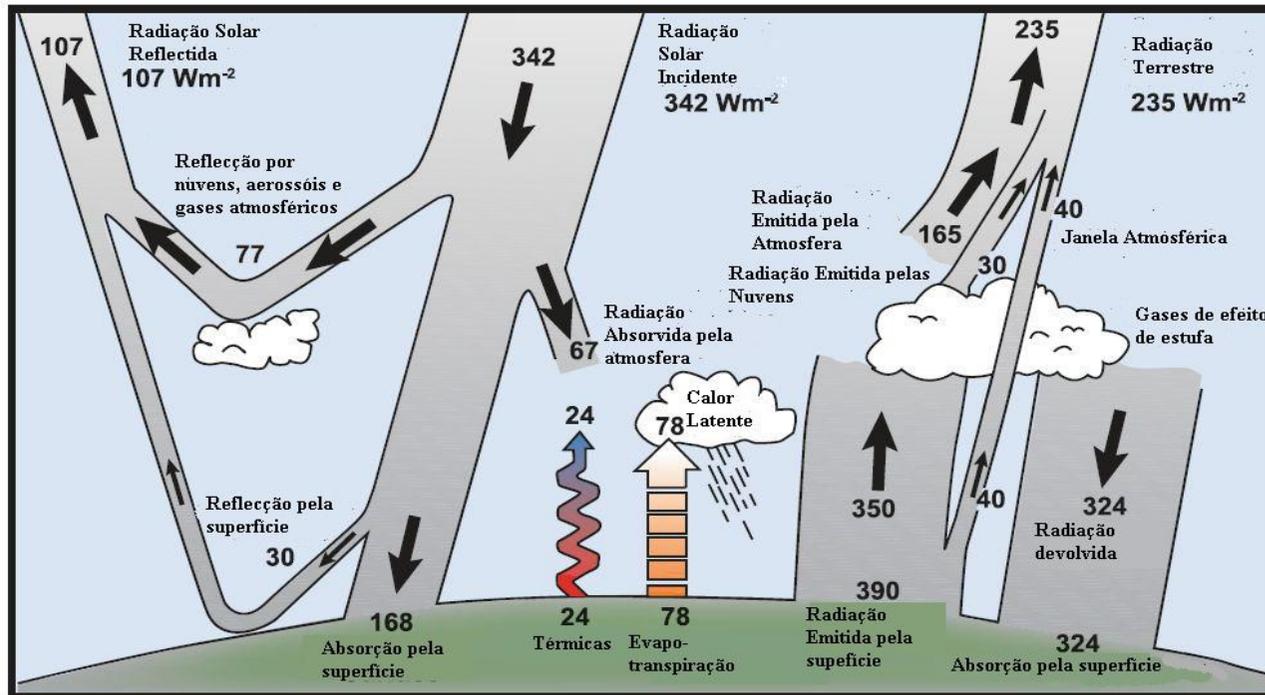
Representação do sistema climático com os seus constituintes, processos e interações

A dinâmica do sistema climático resulta de interacções com **troca de energia** entre os constituintes, que por sua vez desencadeiam em fenómenos como a precipitação, evaporação, etc.

Estes últimos acabam por afectar os parâmetros meteorológicos, i.e., o estado do tempo e o clima

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

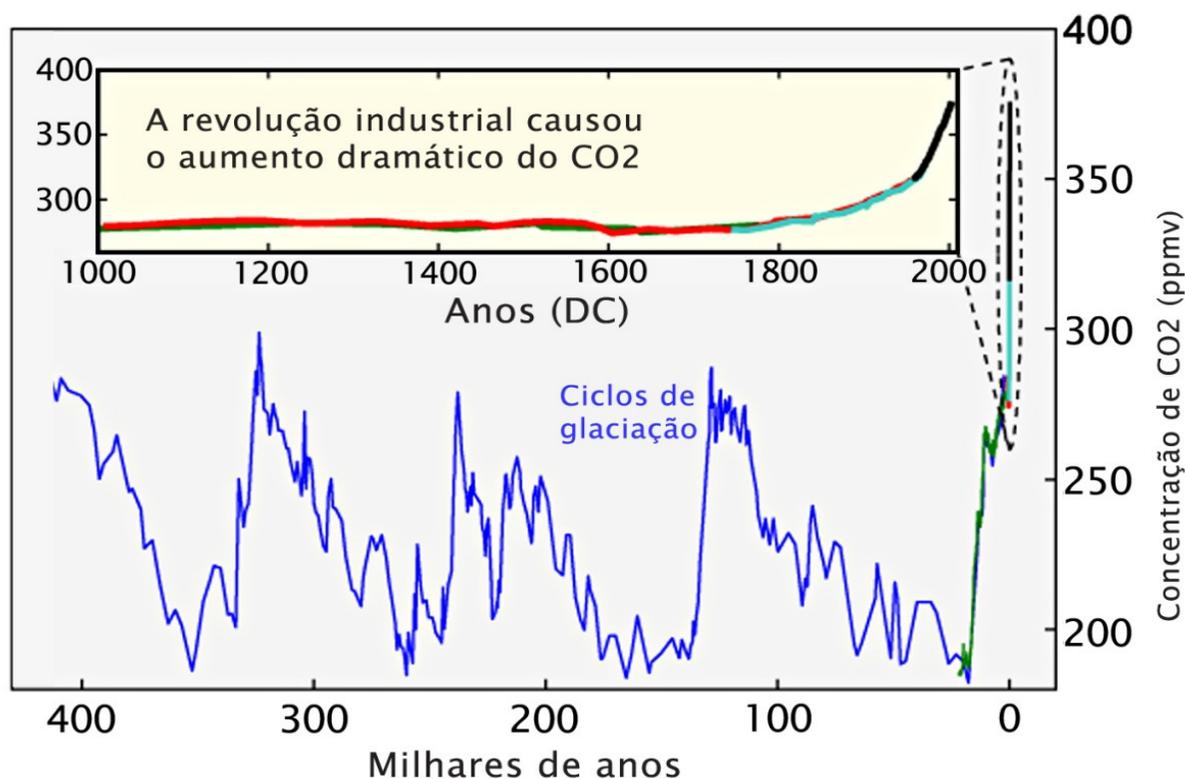


Representação das trocas de energia entre os constituintes do sistema climático

O Clima da Terra tem-se alterado desde a sua formação há **4600 milhões de anos** em resultado de alterações no **balanço de radiação**. A origem das alterações deste balanço tem, contudo, variado ao longo da história.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Variação da concentração de CO₂ na atmosfera durante os últimos 400 milhares de anos com base em amostras estratigráficas de gelo

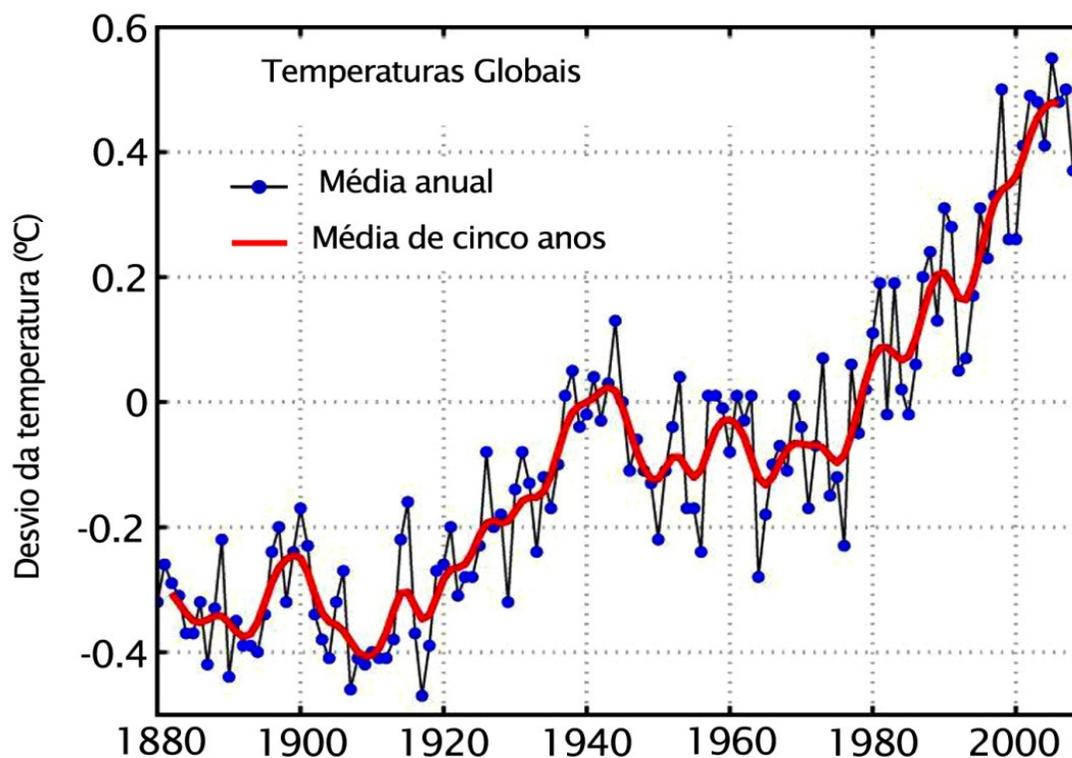
As alterações climáticas no passado tiveram diferentes causas e a mudança climática é algo que tem caracterizado a história do clima desde sempre. Porém, esta evidência não deve significar que as actuais alterações climáticas são “naturais”.

Quando comparadas com as alterações climáticas históricas, as actuais apresentam algumas particularidades:

- A concentração de CO₂ na atmosfera já atingiu os valores mais elevados do último meio milhão de anos e a uma taxa surpreendentemente elevada.
- As temperaturas actuais são as mais elevadas dos últimos 130 anos de acordo com observações instrumentais efectuadas.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Evolução dos desvios da temperatura média global em relação ao período 1961-1990 de acordo com observações instrumentais

Os dois gases mais abundantes na atmosfera, **azoto** (78%) e **oxigénio** (21%), têm pouca capacidade de efeito de estufa. O efeito de estufa resulta de moléculas mais complexas mas menos comuns.

- O **vapor de água** é o GEE mais importante, responsável por 36% a 72% do efeito de estufa total.
- O **CO₂** o segundo mais importante, sendo responsável por 9 a 26% do efeito de estufa total.
- O **CH₄**, o **N₂O**, o **ozono** e outros tantos gases presentes na atmosfera em quantidades pequenas também contribuem para o efeito de estufa embora em menor proporção.

As actividades humanas resultam na emissão de 4 principais gases de efeito de estufa: **CO₂**, **CH₄**, **N₂O** e **halocarbonetos**.

Estes gases acumulam-se na atmosfera conduzindo ao aumento da sua concentração com o tempo.

Durante a **era industrial** (sec. XVIII) até aos dias de hoje deram-se aumentos de todos estes gases que são em larga escala atribuídos a **actividades humanas**.

O aumento de CO₂ teve origem sobretudo nos combustíveis fósseis (75%) utilizados nos transportes, aquecimento e arrefecimento de edifícios e produção de cimento e outros bens.

A desflorestação também liberta CO₂ e reduz a sua assimilação pelas plantas.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



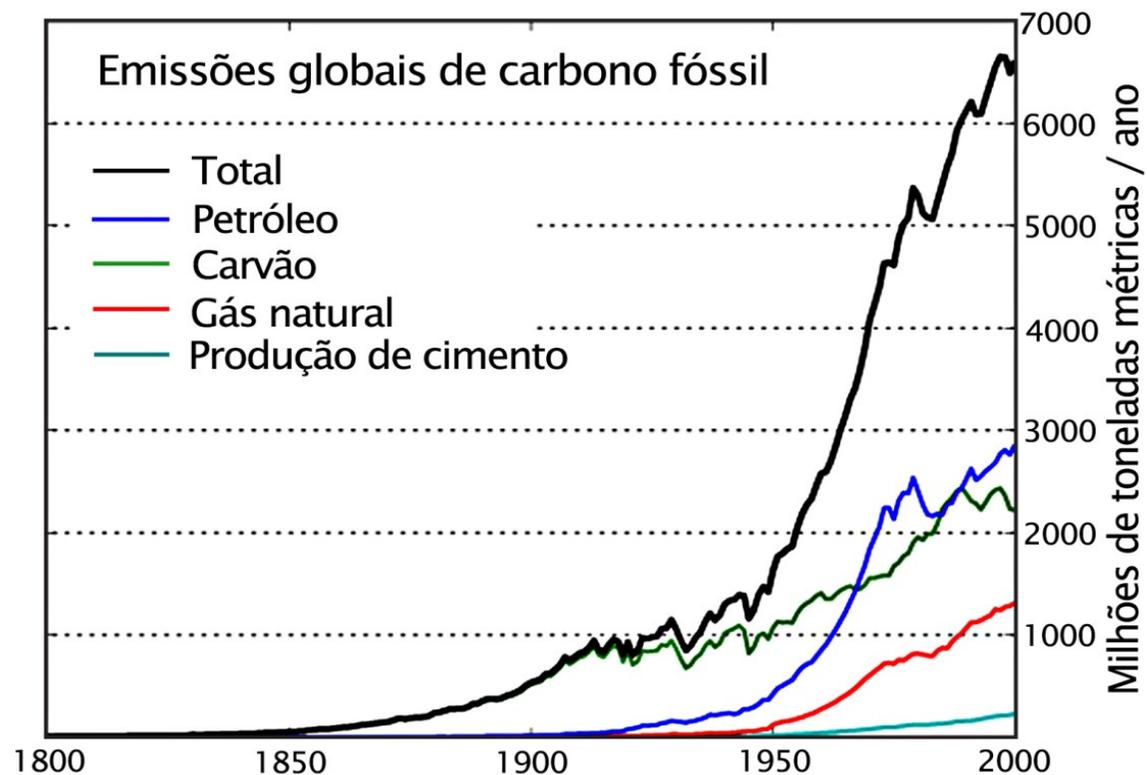
O aumento de CO₂, um importante gás de efeito de estufa, teve origem sobretudo nos combustíveis fósseis utilizados nos transportes, aquecimento e arrefecimento de edifícios e produção de cimento e outros bens



A desflorestação também liberta CO₂ e reduz a sua assimilação pelas plantas

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Emissões de CO₂ resultantes de vários combustíveis fósseis

O CH₄ aumentou como resultado de actividades relacionadas com a agricultura (em particular a libertação por ruminantes – fermentação ruminal, os efluentes da exploração animal e a cultura do arroz), as perdas na distribuição de gás natural e os aterros.

O CH₄ é também libertado em processos naturais que ocorrem, por exemplo, em zonas pantanosas.

O N₂O é igualmente libertado por actividades humanas com a utilização de fertilizantes e de combustíveis fósseis. Alguns processos naturais nos solos e oceanos também libertam N₂O.

As concentrações de gases halocarbonetos aumentaram principalmente devido a actividades humanas.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



A libertação por ruminantes (fermentação ruminal) e a cultura do arroz são importantes fontes de CH_4

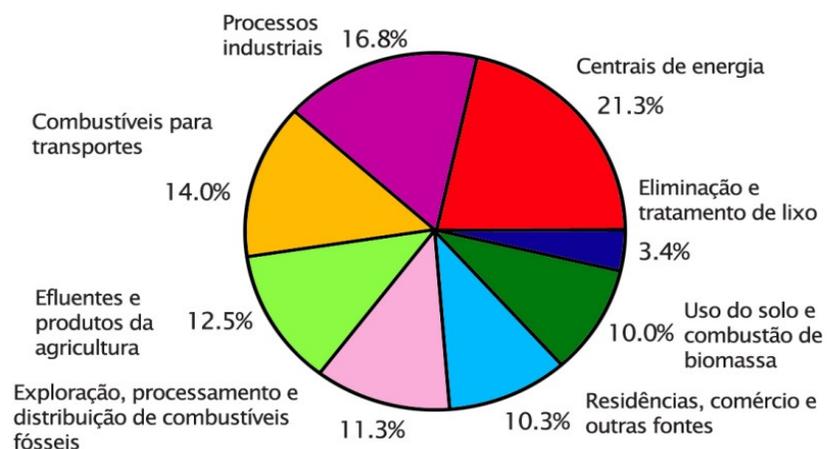
O Ozono é continuamente produzido e destruído na atmosfera por reacções químicas. As actividades humanas conduziram ao aumento de ozono na troposfera através da libertação de gases como o monóxido de carbono, hidrocarbonetos e N₂O, que reagem quimicamente para produzir ozono

O vapor de água é o GEE mais abundante e mais importante na atmosfera. As actividades humanas têm apenas uma pequena influência directa na quantidade de vapor de água na atmosfera.

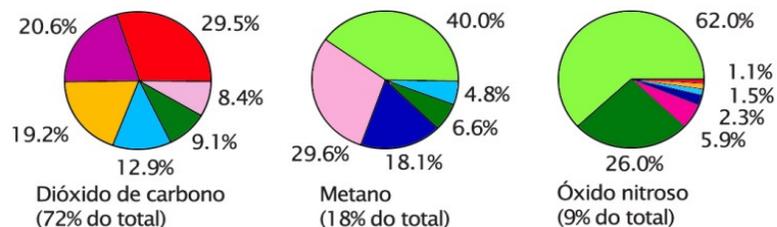
Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

Emissões globais de GEE por sector de actividade



Peso relativo de cada sector de actividade no total de emissões de GEE (em cima) e para cada um dos GEE principais (em baixo) estimados para o ano 2000



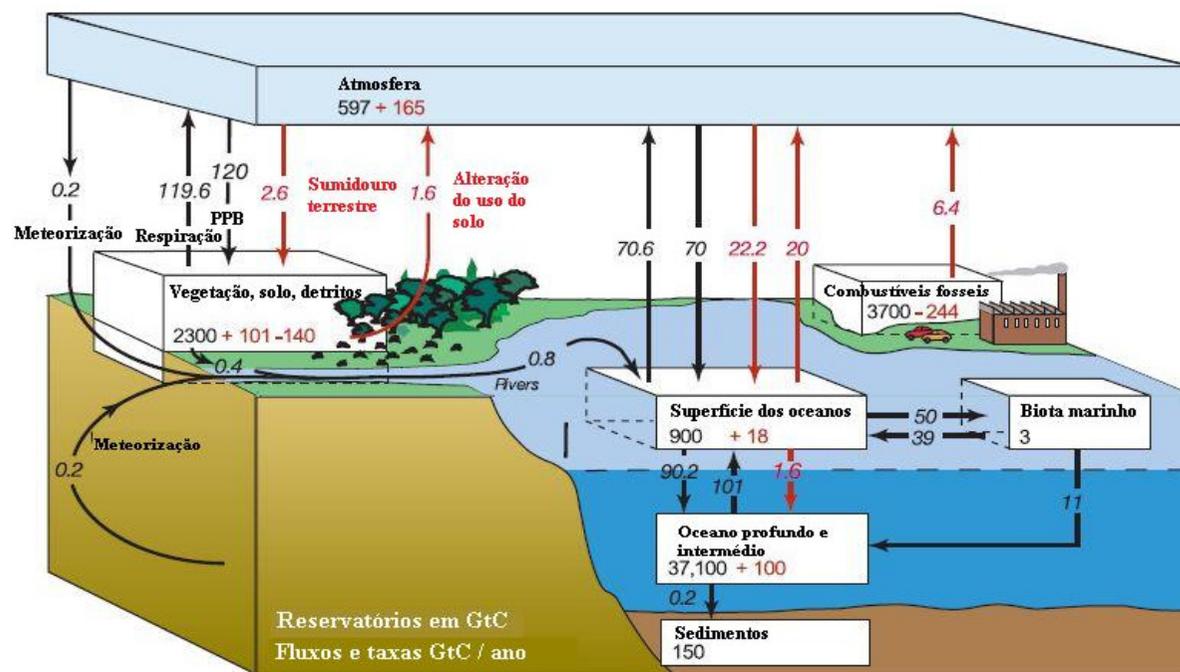
O ciclo natural do carbono, i.e., sem a componente antropogénica, não consegue explicar os aumentos de carbono atmosférico verificados nos últimos 25 anos: 3,2 a 4,1 Gt C por ano na forma de CO₂ (1 Gt C é igual a 1015 g de carbono).

Os processos naturais como a fotossíntese, a respiração, e as trocas de CO₂ à superfície dos oceanos resultam em fluxos de enormes proporções, em fontes e sumidouros de CO₂ entre os continentes e a atmosfera (estimado em 120 Gt C por ano) e entre os oceanos e a atmosfera (estimado em 90 Gt C por ano).

Os sumidouros naturais de carbono apenas conseguem absorver um valor líquido de aproximadamente 3,3 Gt C por ano.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



O ciclo do carbono na última década do século XX mostrando os fluxos anuais em GtC/ano. Os fluxos pré-industriais surgem a preto enquanto os antropogénicos surgem a vermelho

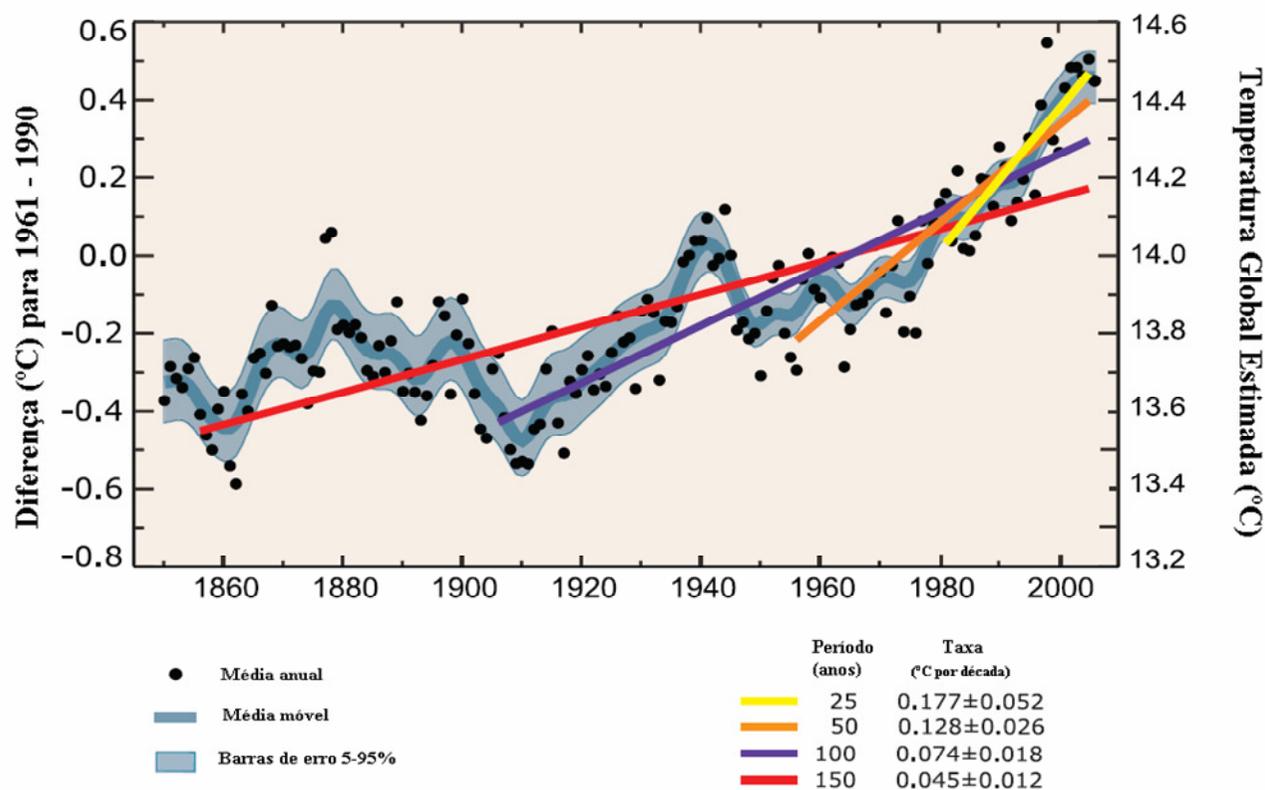
Fonte: adaptado de IPCC, 2007

Observações em instrumentos meteorológicos durante os últimos 157 anos mostram que as temperaturas à superfície do globo aumentaram.

Em relação à média global da temperatura, o aquecimento no último século ocorreu em duas fases: de 1910s a 1940s (0,35 °C) e de 1970s ao presente (0,55 °C). O aumento da taxa de aquecimento ocorreu nos últimos 25 anos, e 11 dos 12 anos mais quentes de que há registo ocorreram nos últimos 12 anos.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



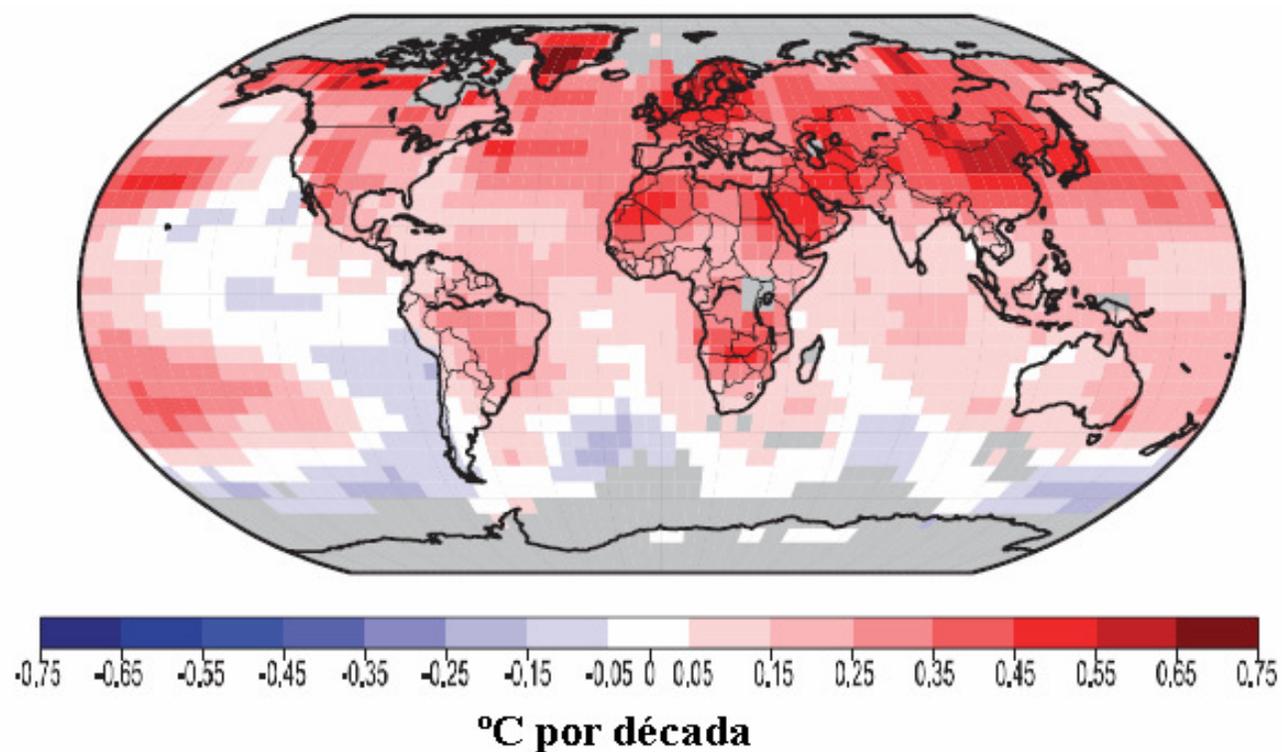
Ajustamentos lineares simples aos dados de temperatura anual média para diferentes períodos: últimos 150 anos (vermelho); últimos 100 anos (roxo); últimos 50 anos (laranja) e últimos 25 anos (amarelo)

O aquecimento, em particular desde os anos setenta do século XX, tem sido geralmente maior em terra do que no mar, no Inverno do que no Verão, em zonas urbanas do que em zonas rurais.

Globalmente, o aquecimento também não é uniforme. Havendo até zonas em que se tem verificado um arrefecimento como na zona norte da Antárctica. Por outro lado, em zonas como o interior continental da Ásia e América do Norte tem-se sentido um aquecimento acentuado.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



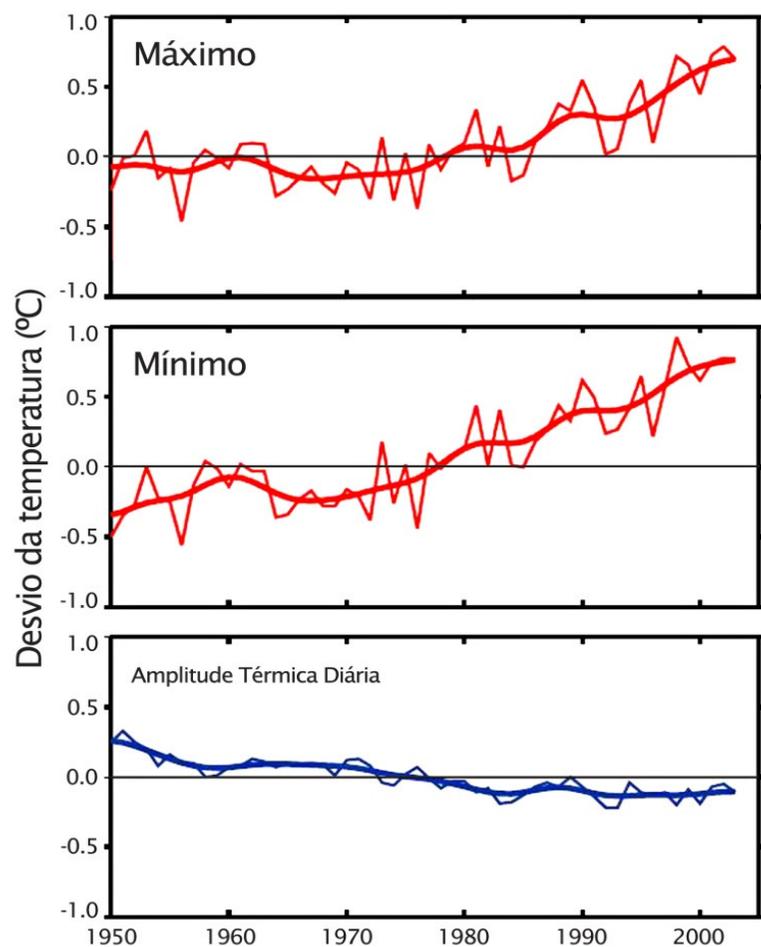
Mapa da tendência de alteração da temperatura global à superfície entre 1979 e 2005

Recentemente, tornou-se possível em muitas zonas do globo estudar as alterações das temperaturas máxima e mínima diárias.

Particularmente desde 1950, estes estudos mostram um decrescimento do número de dias e noites muito frios e um crescimento do número de dias e noites muito quentes.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

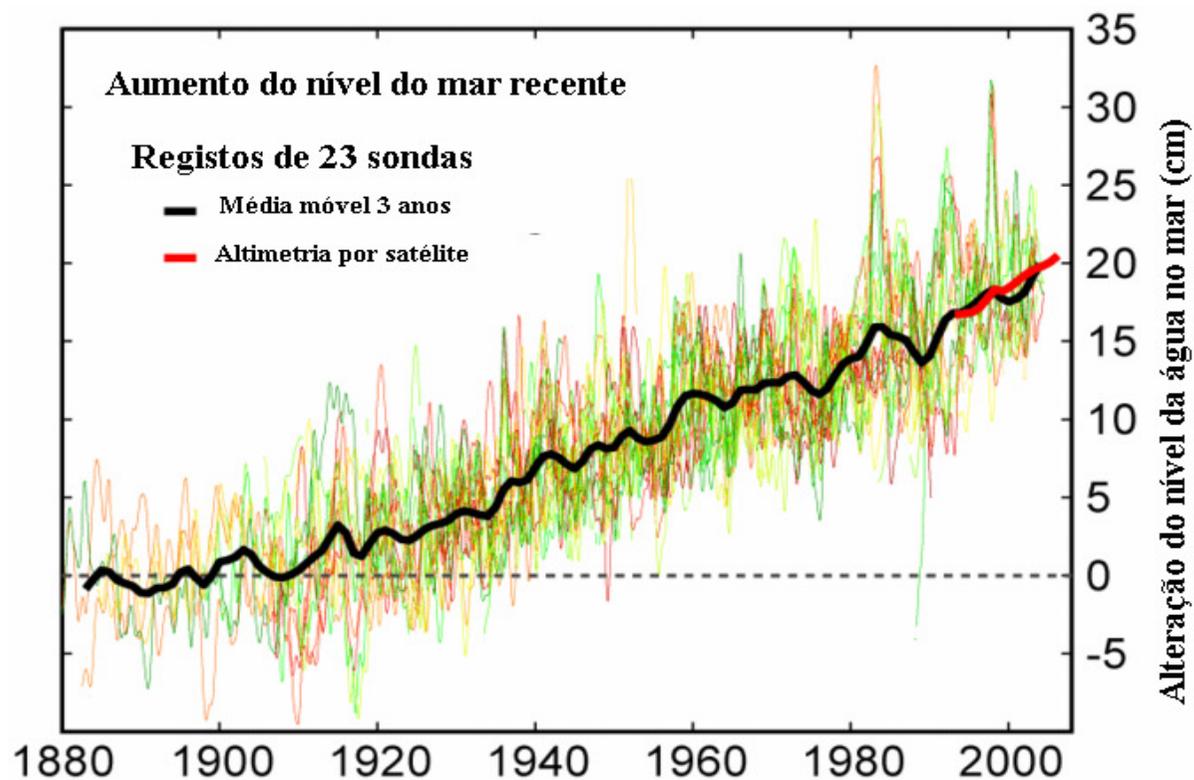


Desvios anuais das temperaturas máxima e mínimas diárias e amplitude térmica diária em relação ao período 1961-1990

Fonte: adaptado de IPCC, 2007

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Alteração recente do nível médio da água do mar

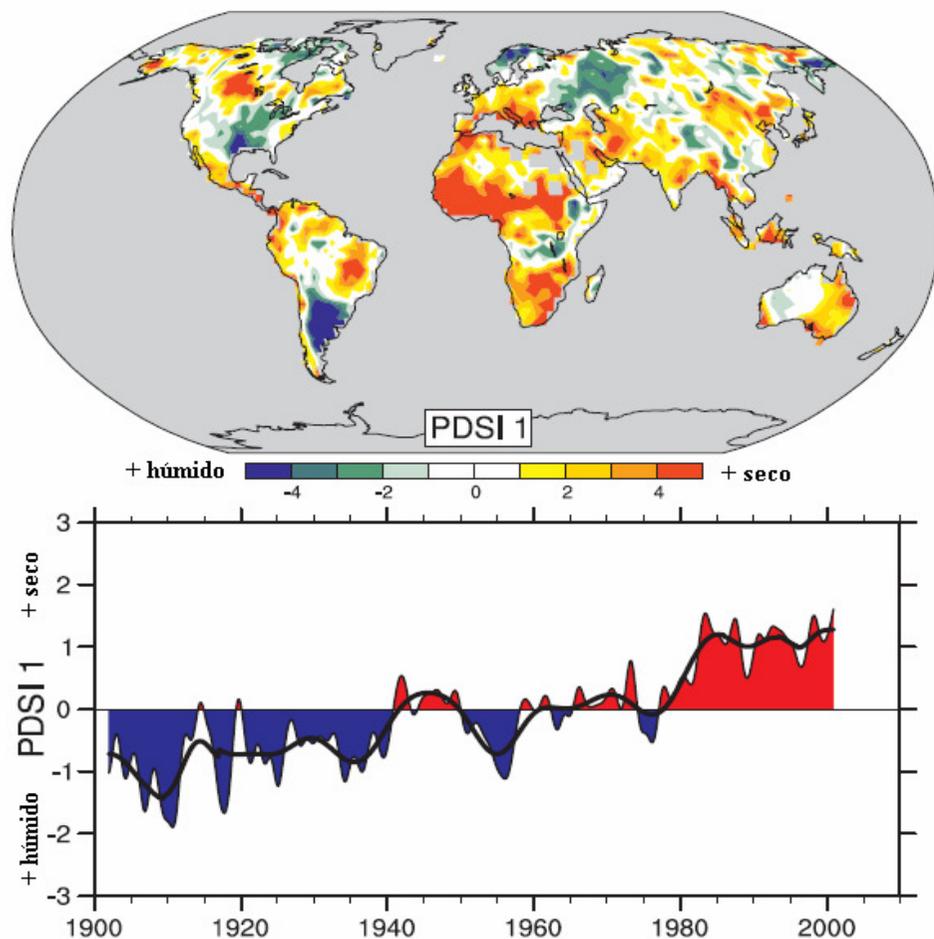
Fonte: adaptado de IPCC, 2007

As observações mostram que também estão a ocorrer alterações na quantidade, intensidade, frequência e tipo de precipitação. Todos estes aspectos da precipitação exibem geralmente uma variabilidade natural elevada resultante de outros factores que não as alterações climáticas.

Durante o período entre 1900 e 2005 verificaram-se alterações significativas na tendência de longo prazo da quantidade de precipitação nalgumas zonas.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Mapa e a evolução temporal de um índice de severidade de seca (PDSI) que exprime o deficit de água no solo acumulado tendo em consideração a precipitação e a temperatura

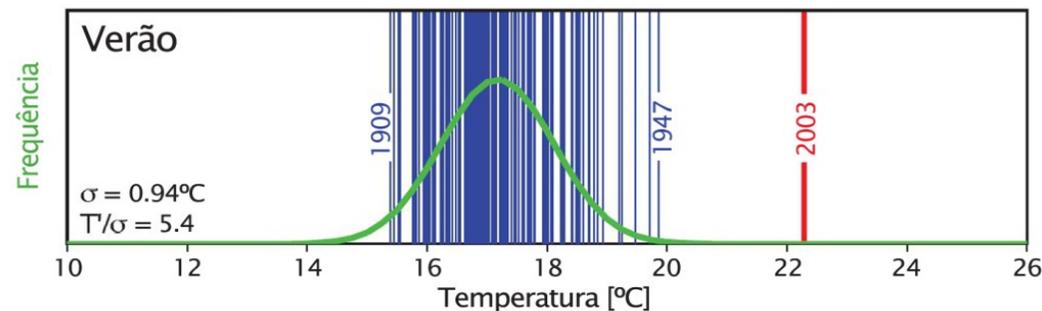
Fonte: adaptado de IPCC, 2007

O tipo, frequência e intensidade de eventos climáticos extremos está a modificar-se com as alterações climáticas. Essas modificações podem ocorrer mesmo que as alterações climáticas não sejam muito intensas.

Na realidade, alguns tipos de eventos extremos já estão a ser observados como, por exemplo, o aumento da frequência e intensidade das ondas de calor e precipitações intensas.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Distribuição da temperatura média no Verão na Suíça entre 1864 e 2003. O valor médio é de aproximadamente 17°C como mostra a distribuição normal. Num ano extremamente quente (2003), a temperatura média excede todos os registos (uma linha vertical para cada ano)

Fonte: adaptado de IPCC, 2007

As **emissões de gases de efeito de estufa no futuro** serão o resultado de complexos sistemas dinâmicos, determinados por forças como o desenvolvimento demográfico, o desenvolvimento sócio-económico e a inovação tecnológica.

A **evolução futura** destas variáveis é altamente incerta, e daí a necessidade de criar cenários que espelhem as diversas possibilidades.

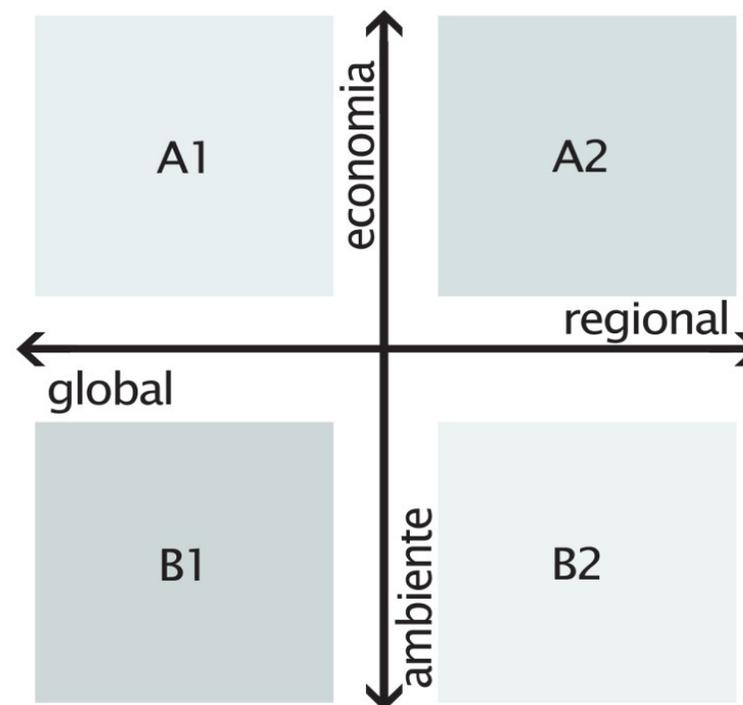
Os cenários criados, designados por cenários **SRES** (IPCC, 2000), têm extrema importância sob diversos aspectos. São utilizados na modelação do clima, por um lado, e são utilizados na avaliação de impactos e de medidas de adaptação e mitigação.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

Os **cenários SRES** agrupam-se em 4 grandes famílias que descrevem possibilidades de desenvolvimento futuro distintas e incompatíveis entre si:

- A1
- A2
- B1
- B2

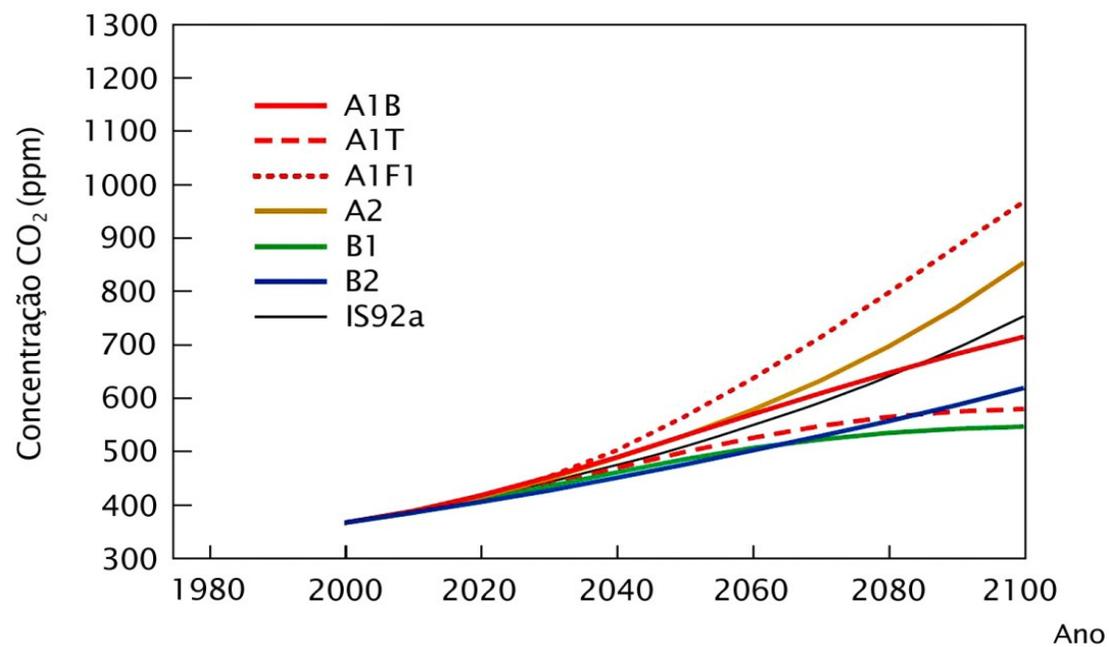


Tipos de cenários a longo prazo do estudo das alterações climáticas em função do tipo de governação e valores preponderantes

Fonte: adaptado de IPCC, 2007c

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

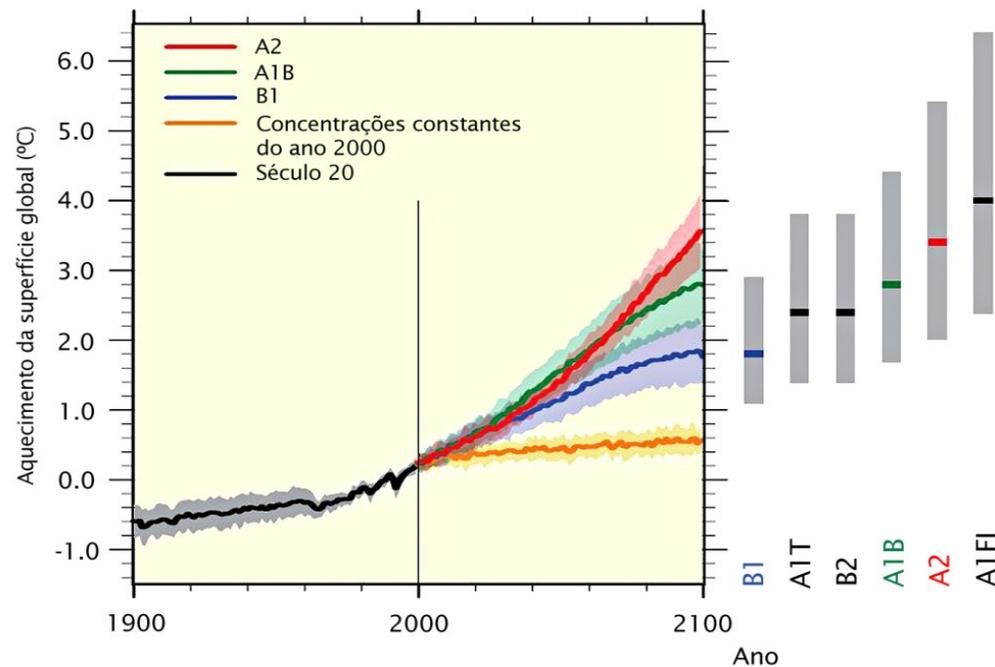


Projeções futuras da concentração de CO₂ em função dos cenários de alteração climática SRES

Fonte: adaptado de IPCC, 2007

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

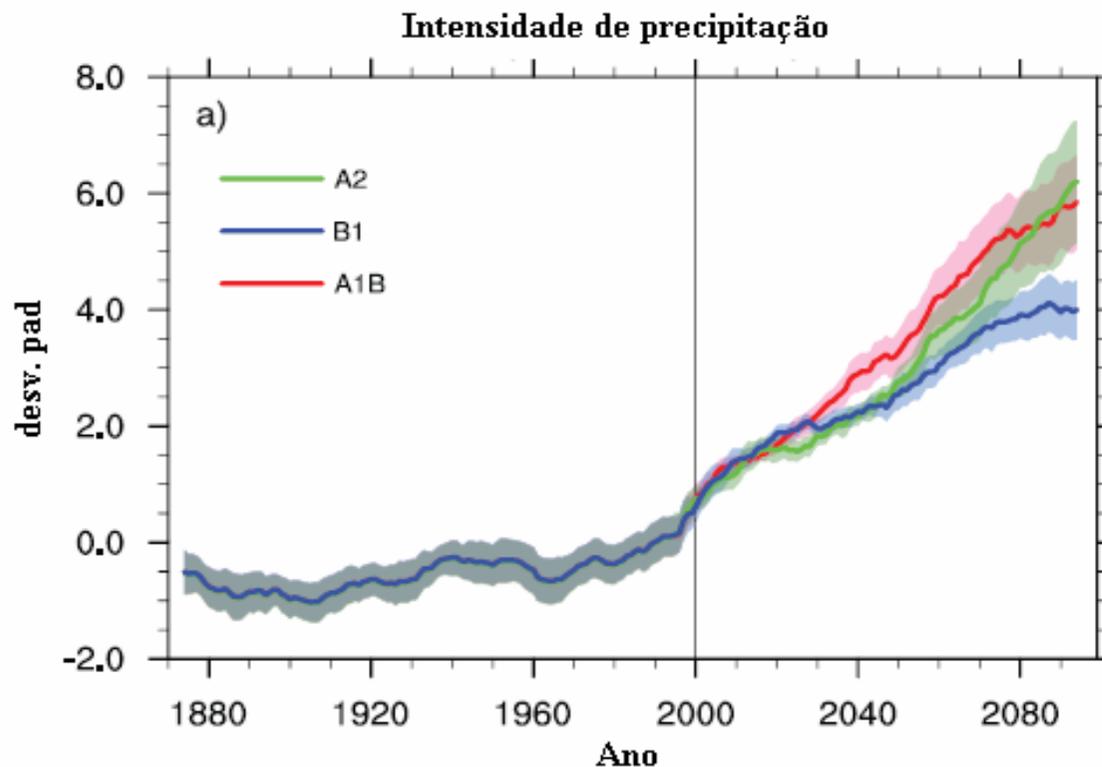


Projeções futuras do aquecimento global em função dos cenários de alteração climática SRES

Fonte: adaptado de IPCC, 2007

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

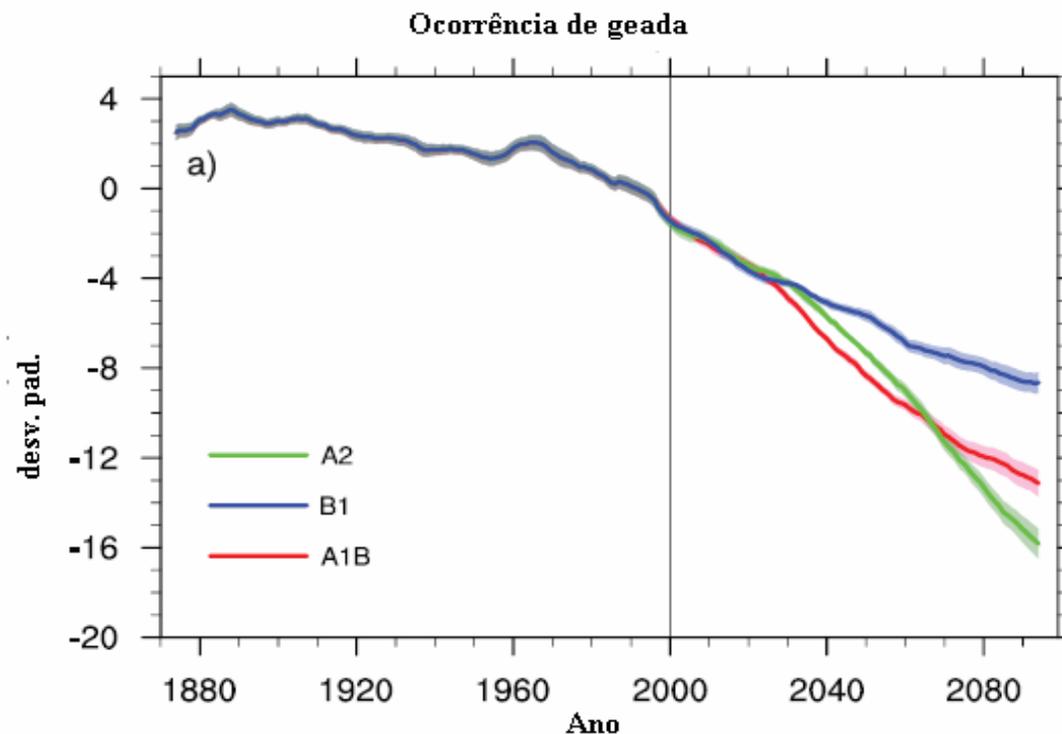


Projeções futuras do desvio padrão da intensidade de precipitação em função dos cenários de alteração climática SRES

Fonte: adaptado de IPCC, 2007

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

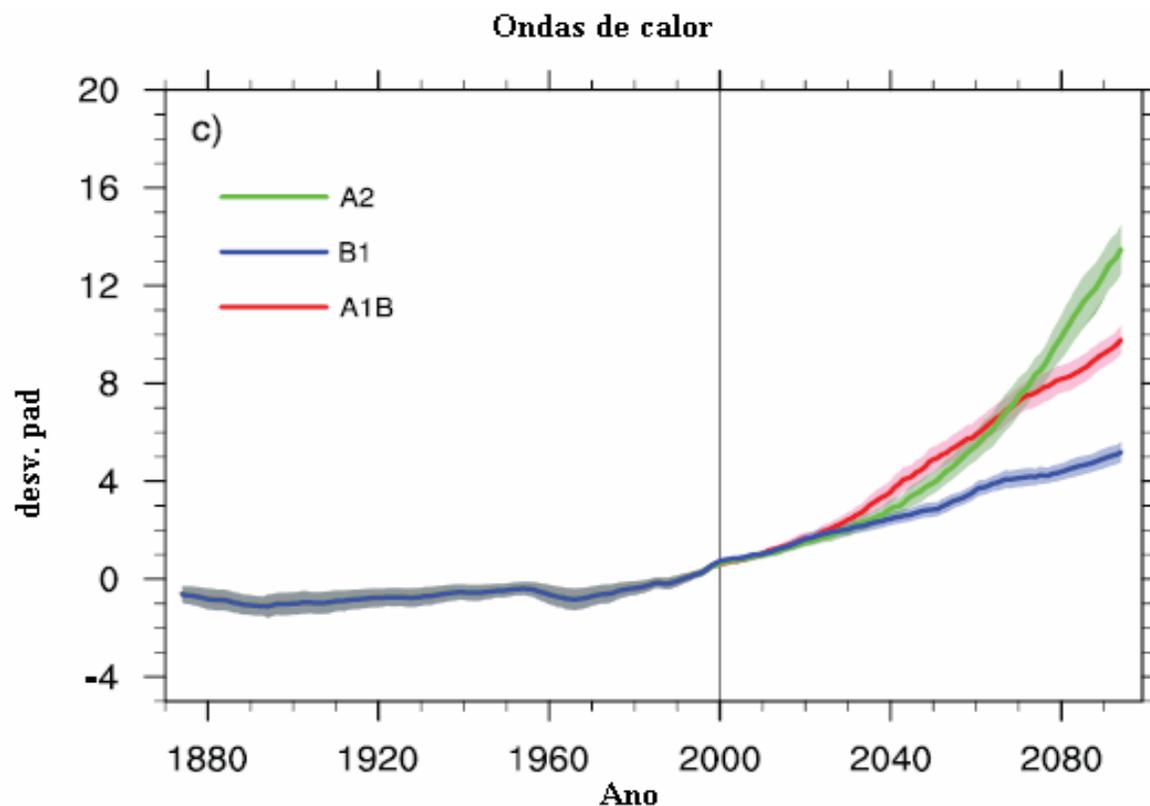


Projeções futuras do desvio padrão da ocorrência de geada em função dos cenários de alteração climática SRES

Fonte: adaptado de IPCC, 2007

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Projeções futuras do desvio padrão da ocorrência de ondas de calor em função dos cenários de alteração climática SRES

Fonte: adaptado de IPCC, 2007

Alterações Climáticas e Agricultura

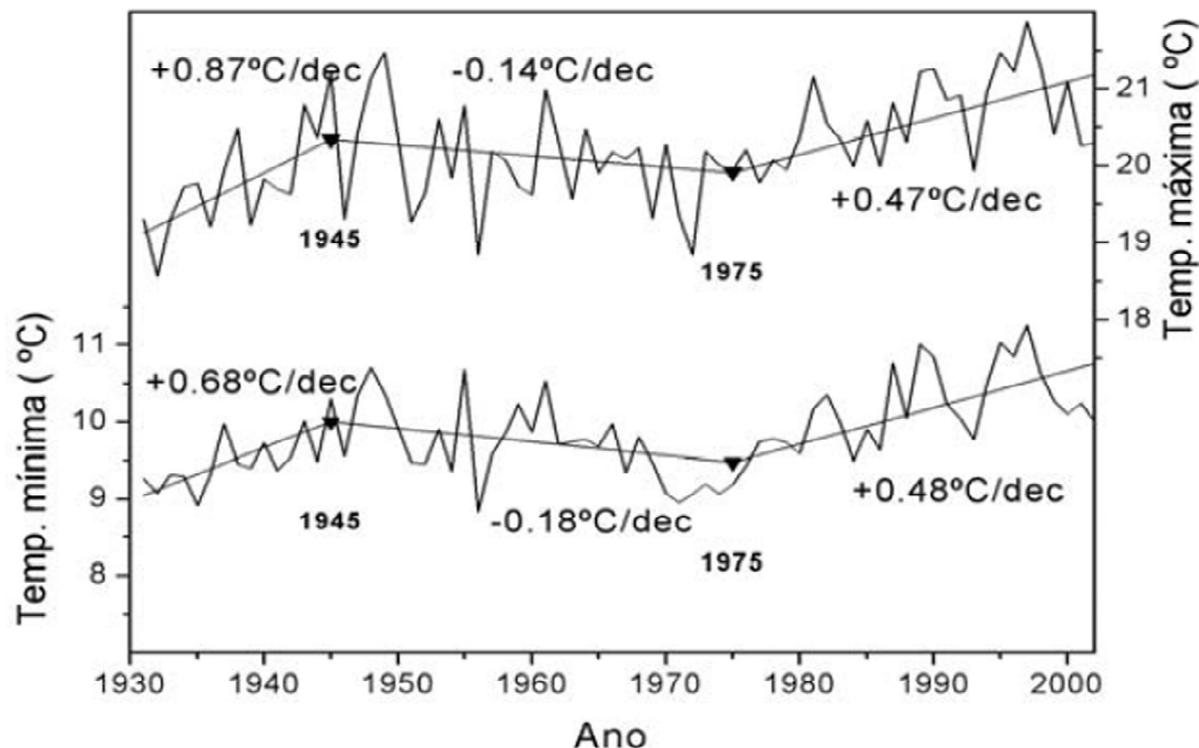
Clima e alterações climáticas

A região mediterrânica é particularmente vulnerável às alterações climáticas.

As séries climáticas 1931 – 2000 de temperatura máxima e mínima revelam as mesmas tendências observadas a nível mundial, i.e., um aumento significativo dos valores médios.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Evolução temporal das médias das temperaturas máxima e mínima em Portugal Continental. Estão representadas as tendências para os períodos 1930-1945, 1946-1975 e 1976-2002 em °C por década

Fonte: SIAMII

Alterações Climáticas e Agricultura

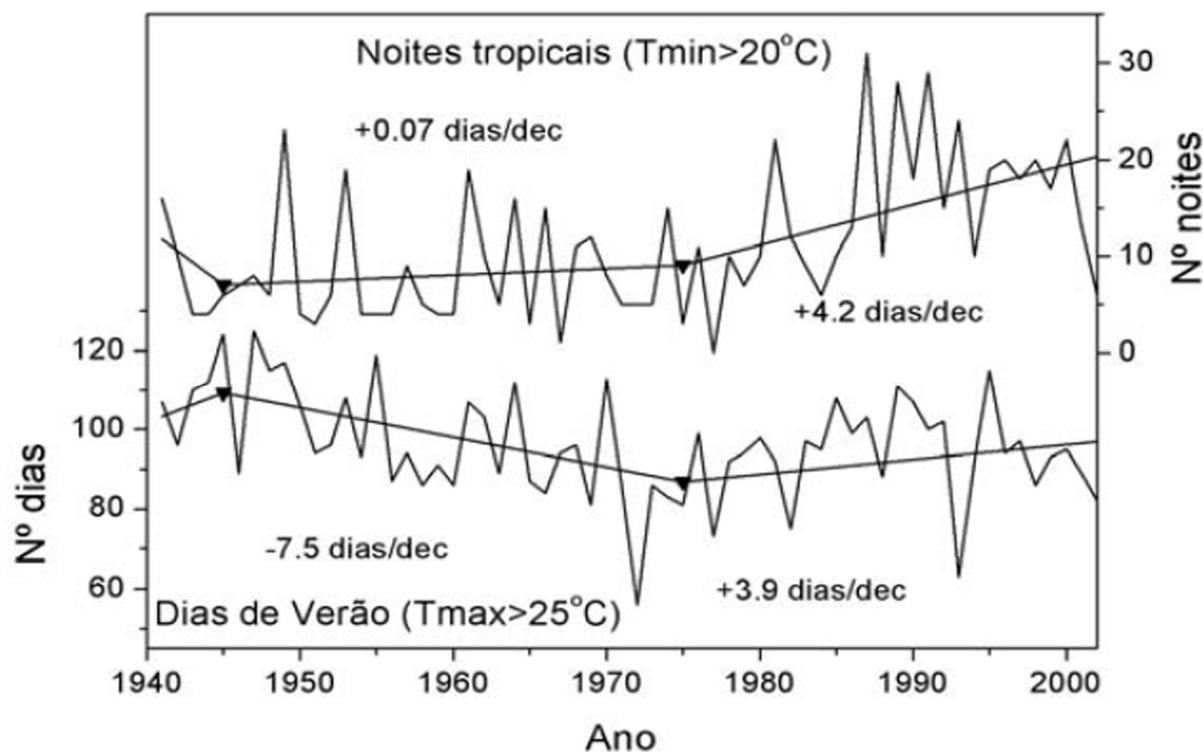
Clima e alterações climáticas

No período 1931 – 2000, os seis anos mais quentes ocorreram entre 1989 e 2000, i.e., nos últimos 12 anos em consideração.

O número de noites com temperatura mínima superior a 20°C está a aumentar à taxa de 4,2 dias por década desde 1975. O mesmo se passa para o número de dias com temperatura máxima superior a 25°C à taxa de 3,9 dias por década

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Evolução do número anual de noites tropicais ($T_{min} > 20^{\circ}\text{C}$) e número de dias de Verão ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) em Lisboa/Geofísico e respetivos ajustes lineares com tendências apresentadas em dias por década

Fonte: SIAMII

Alterações Climáticas e Agricultura

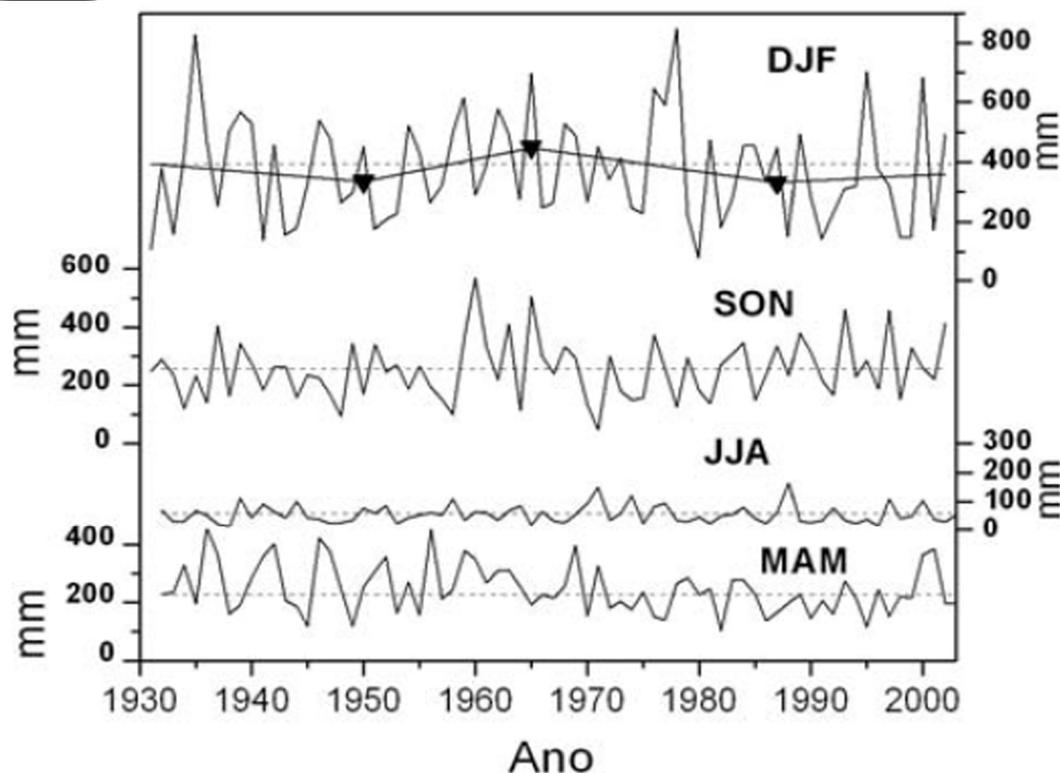
Clima e alterações climáticas

É notória a redução da precipitação na Primavera nas últimas três décadas do século XX. Contudo, nenhuma outra alteração é estatisticamente significativa.

Esta tendência é confirmada pelo índice de severidade de seca (PDSI) que mostra um agravamento particularmente acentuado entre 1991 – 2000 e na zona Sul do país.

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

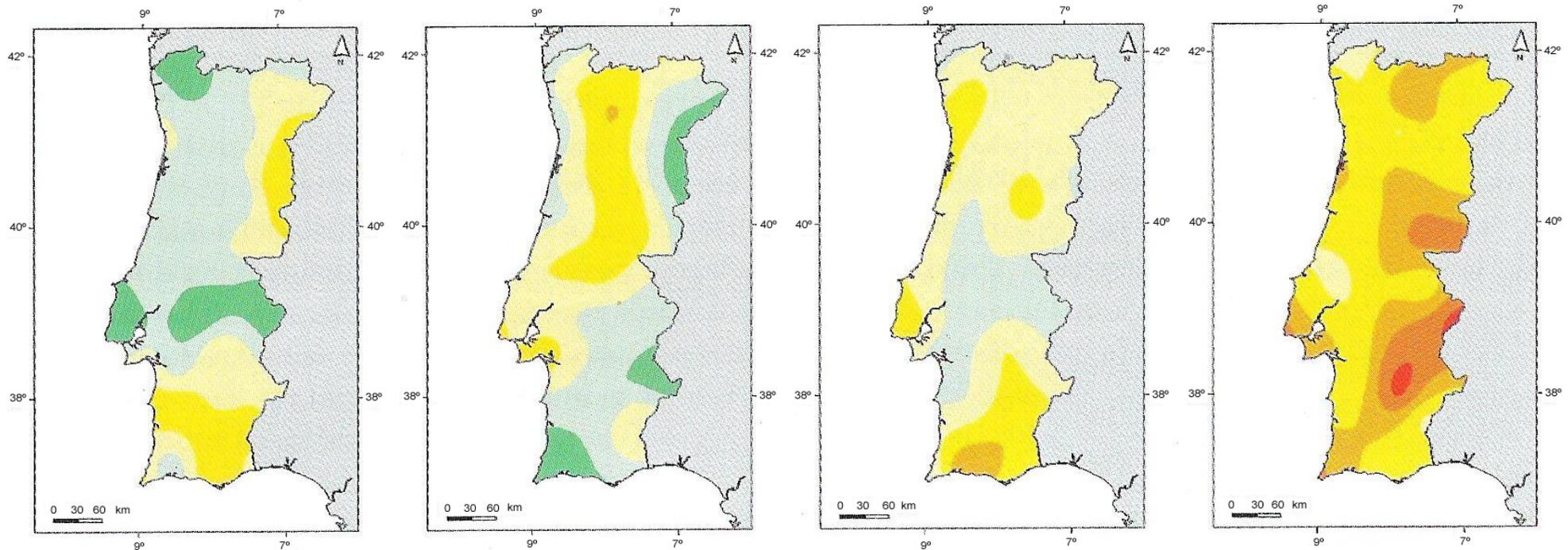


Evolução temporal da precipitação sazonal (cima para baixo: Inverno, Outono, Verão e Primavera) média em Portugal Continental. As linhas a tracejado representam o valor médio no período

Fonte: SIAMII

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

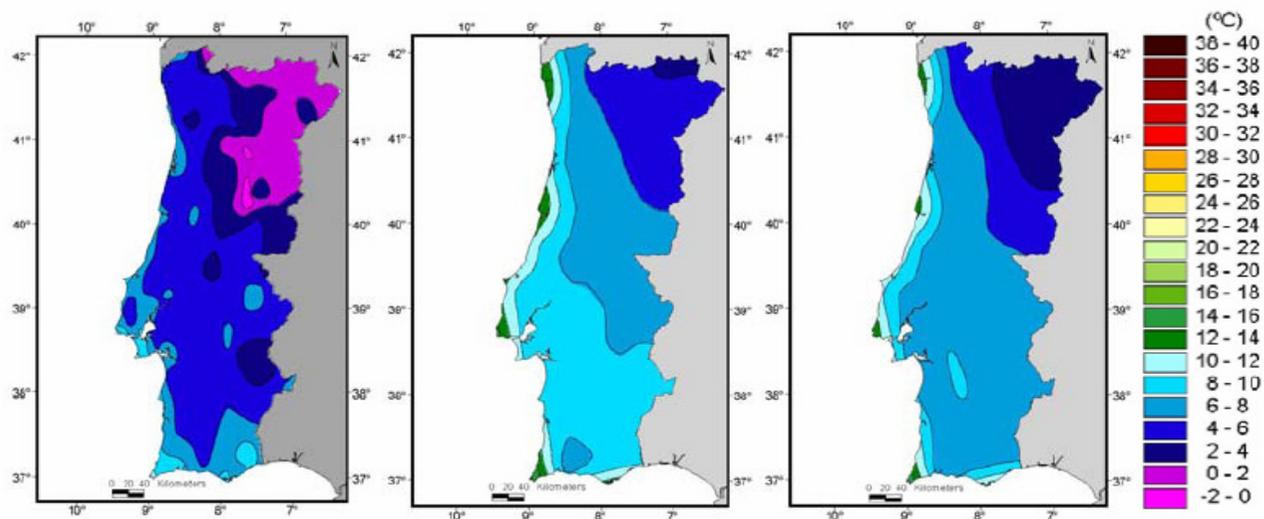


Distribuição do índice de severidade de seca (PDSI) em Portugal. Médias das décadas de 1961-70, 1971-1980, 1981-1990 e 1991-2000 (da esquerda para a direita), para o mês de Abril. Quanto mais vermelha a classe maior é o índice de seca.

Fonte: adaptado de SIAMII3

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

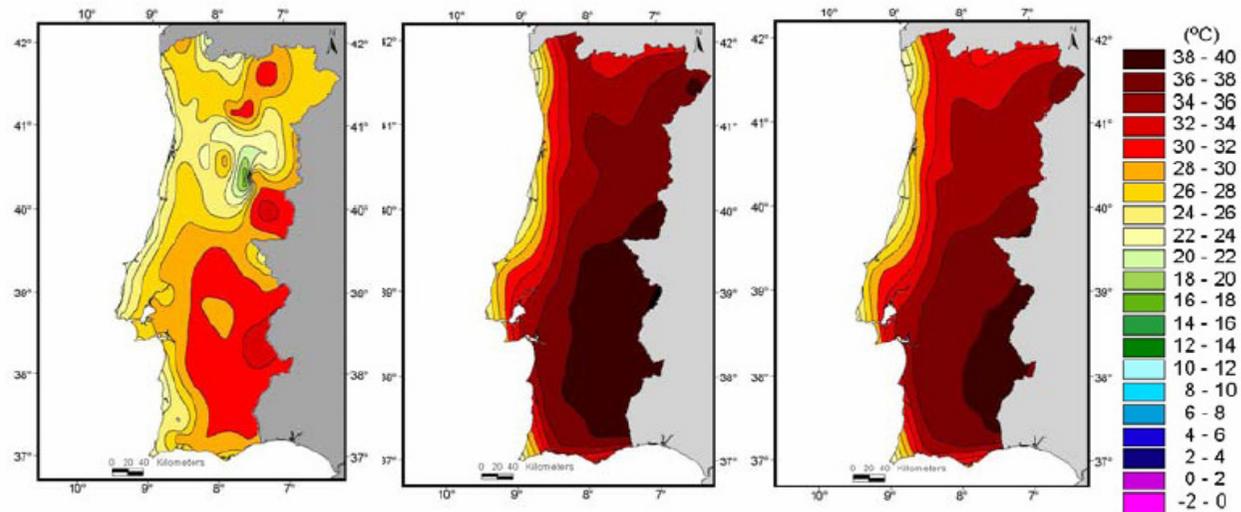


Média da temperatura mínima no Inverno: (a) observações 1961-1990; (b) cenário A2 (f) cenário B2

Fonte: adaptado de SIAMII

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

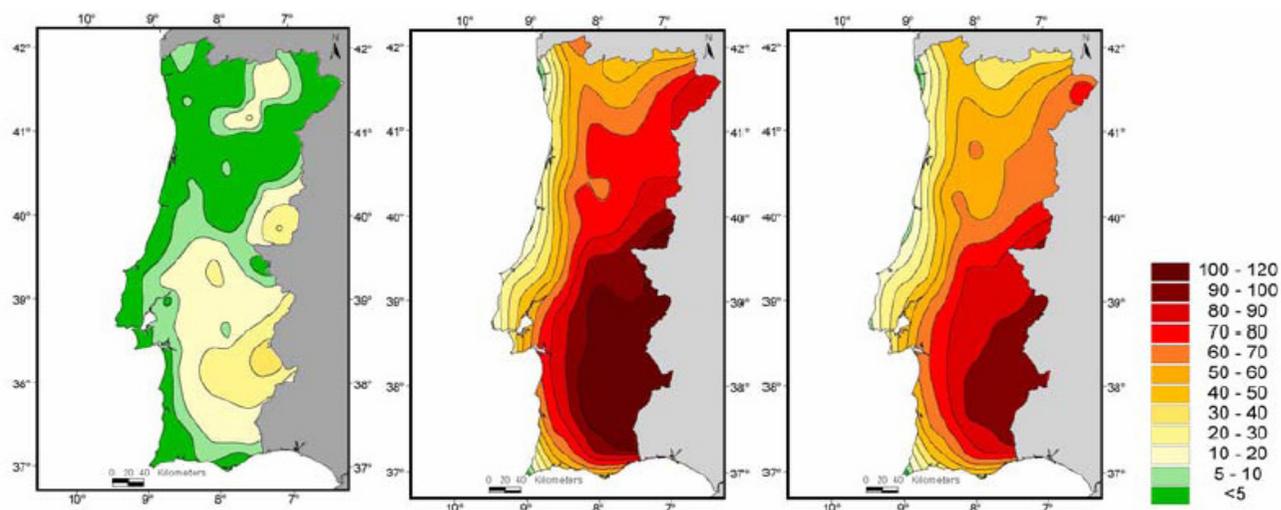


Média da temperatura máxima no Verão: (a) observações 1961-1990;
(b) cenário 2100 A2 (f) cenário 2100 B2

Fonte: adaptado de SIAMII

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

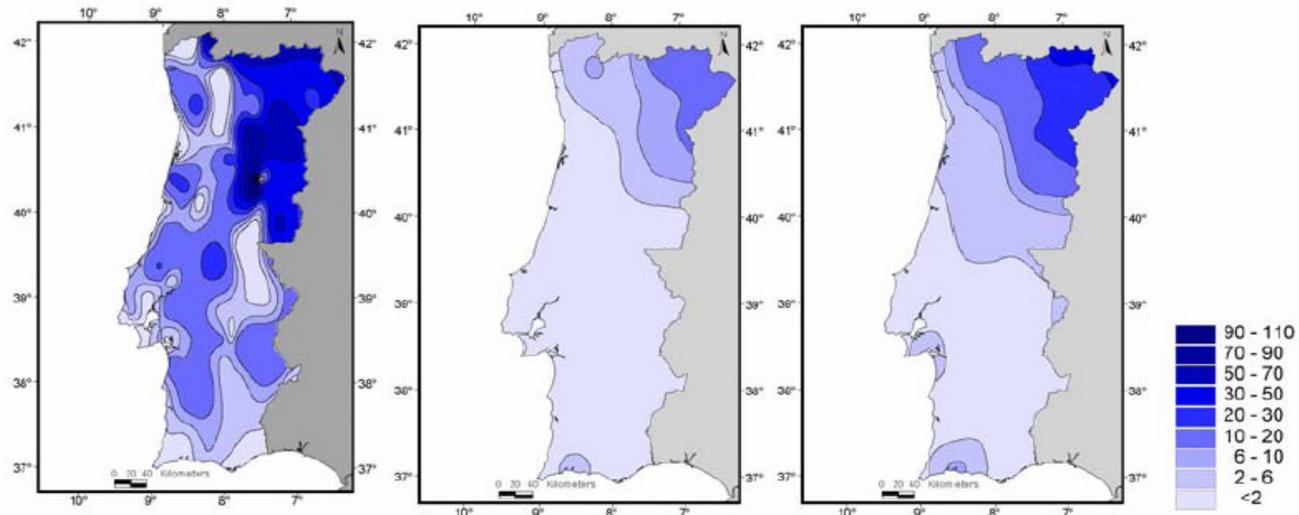


Número de “dias muito quentes” por ano (temperatura superior a 35°C): (a) observações 1961-1990; (b) cenário 2100 A2 (f) cenário 2100 B2

Fonte: adaptado de SIAMII

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas

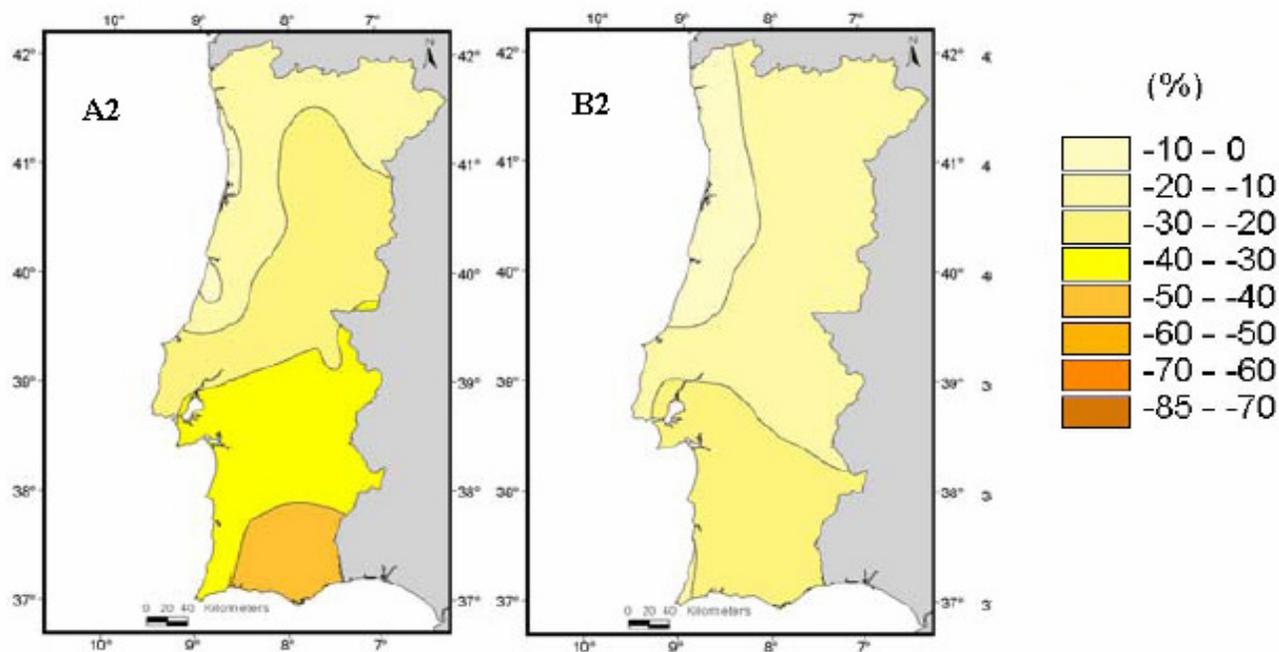


Número de “dias de geada” por ano: (a) observações 1961-1990; (b) cenário 2100 A2 (f) cenário 2100 B2

Fonte: adaptado de SIAMII

Alterações Climáticas e Agricultura

Clima e alterações climáticas



Anomalia da precipitação anual para o cenário A2 e B2 em 2100

Fonte: adaptado de SIAMII

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

Os **impactos das alterações climáticas** já se estão a fazer sentir na actualidade. O **IPCC** já encontrou evidências de que as alterações climáticas já estão a afectar muitos sistemas físicos e biológicos, em particular nas zonas temperadas.

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

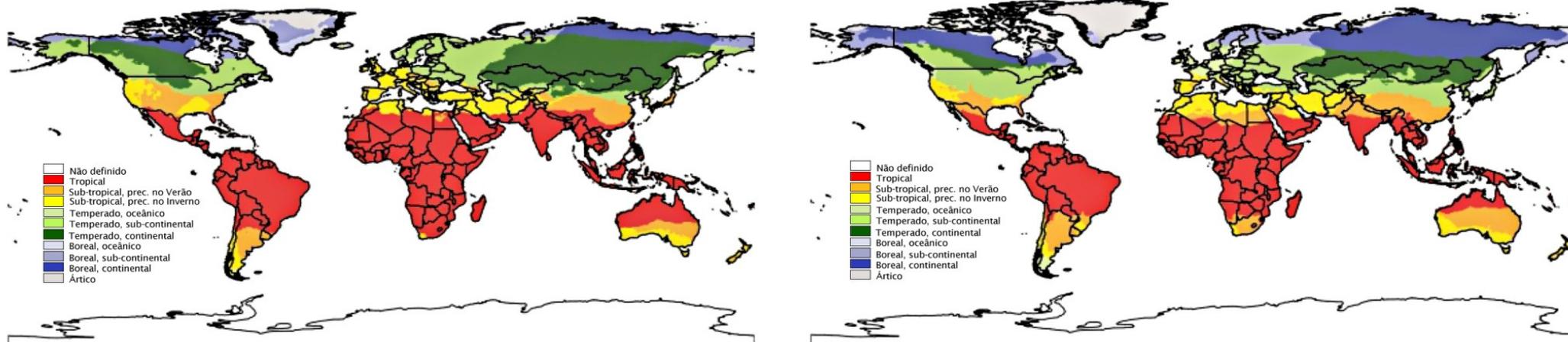
As **condições meteorológicas** afectam drasticamente a produtividade agrícola. Desde logo, a distribuição geográfica das culturas e pastagens é função do **clima** e do **fotoperíodo**. A quantidade total de precipitação, assim como, o seu padrão de variação são aspectos importantes para os sistemas agrários.

As alterações climáticas têm um forte impacto na actividade agrícola. Os **efeitos principais** são:

- Os impactos do aquecimento global na **fenologia**. O aquecimento reduz a duração do ciclo das culturas e, portanto, a produtividade.
- O aumento de CO₂ na **eficiência fotossintética** das culturas. O aumento de CO₂ aumenta a taxa fotossintética e, portanto, a produtividade.

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

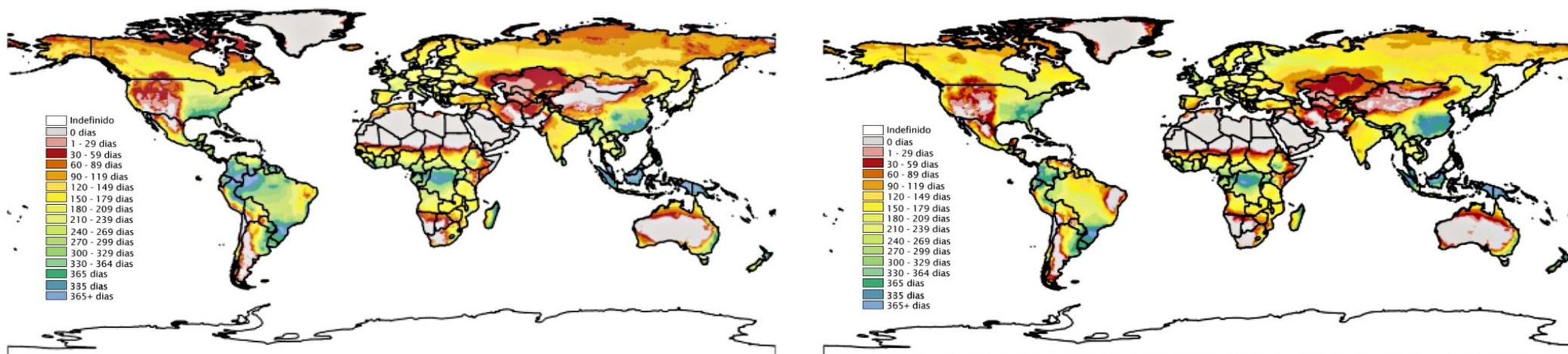


Classificação climática mundial para o período 1961-1990 (esq.) e 2071-2100 (dir.)

Fonte: adaptado de IIASA

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

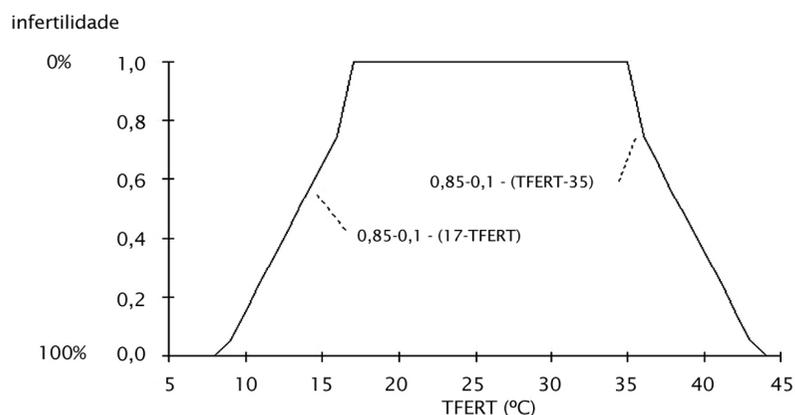


Duração da estação de crescimento vegetativo período 1961-1990 (esq) e 2071-2100 (direita)

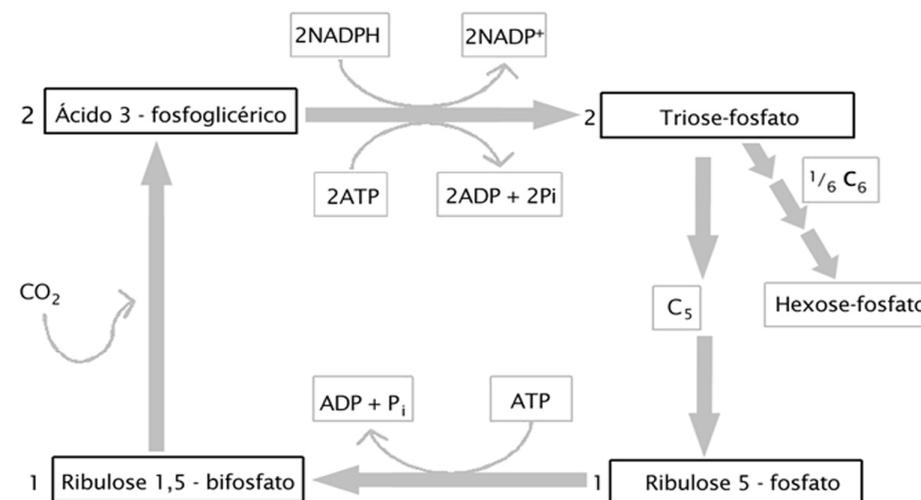
Fonte: adaptado de IIASA

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura



Variação da taxa de fertilidade das espiguetas em função da temperatura do ar durante a floração para a cultura do arroz



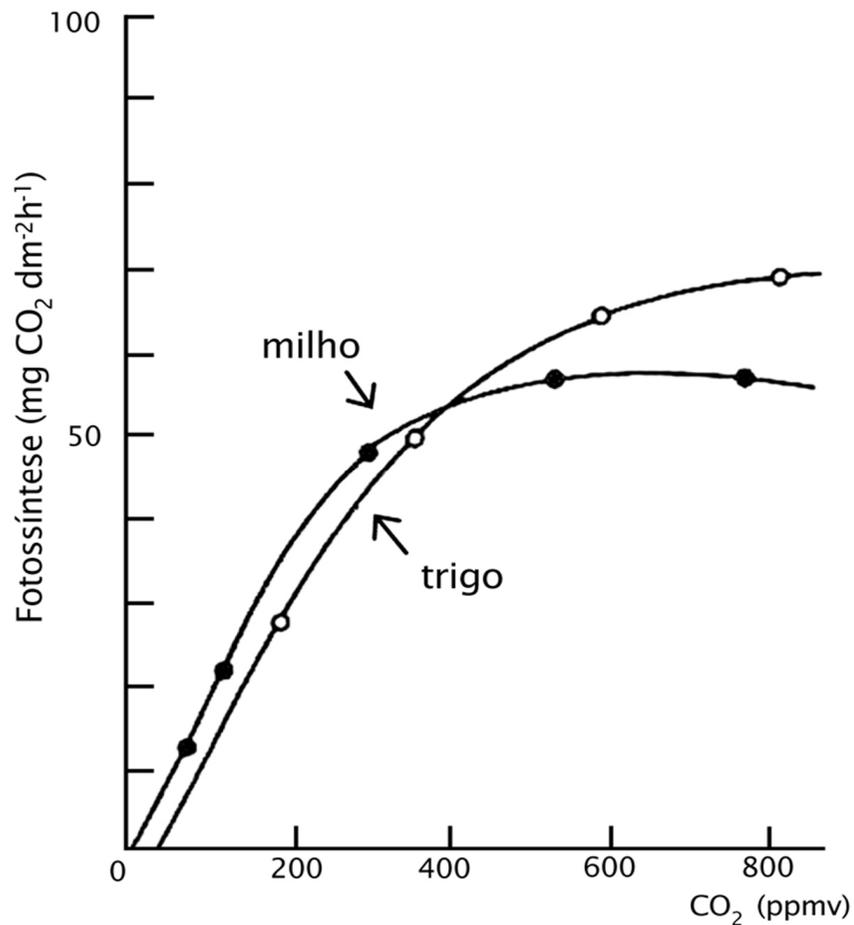
ATP - trifosfato de adenosina
ADP - difosfato de adenosina
NADP⁺ - dinucleotídeo de nicotinamida-adenina-fosfato (forma oxidada)
NADPH - dinucleotídeo de nicotinamida-adenina-fosfato (forma reduzida)
P_i - H₃PO₄

Ciclo de Calvin – sequência de reacções responsáveis pela formação de hidratos de carbono na planta a partir do CO₂ atmosférico

Fonte: Brandão, 2006

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

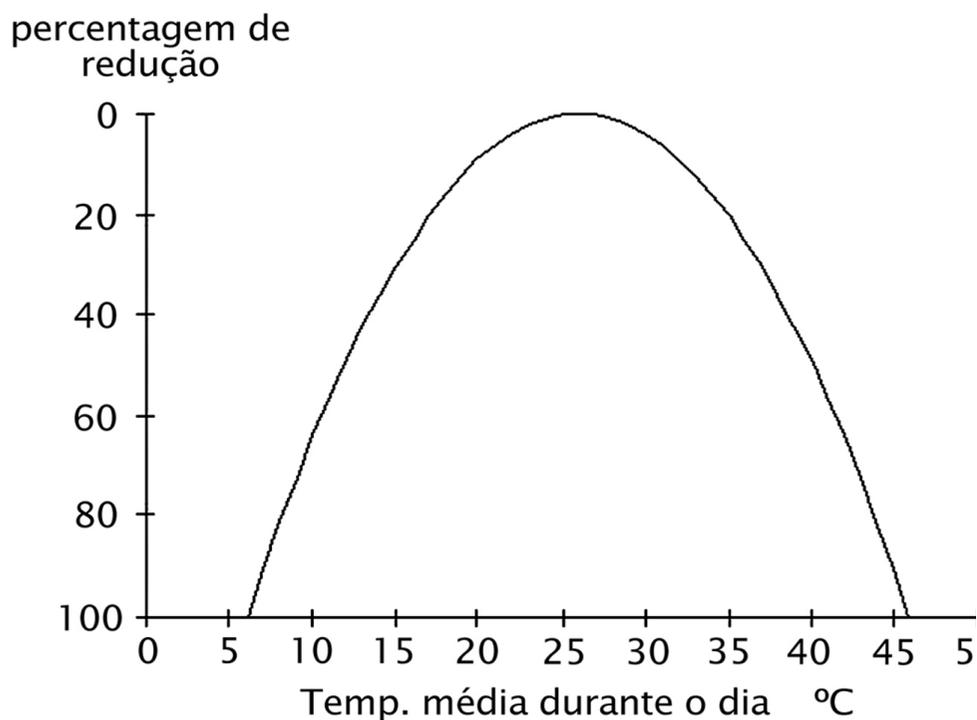


Resposta típica da fotossíntese das plantas ao CO₂ em função do tipo de metabolismo C3 (trigo) ou C4 (milho)

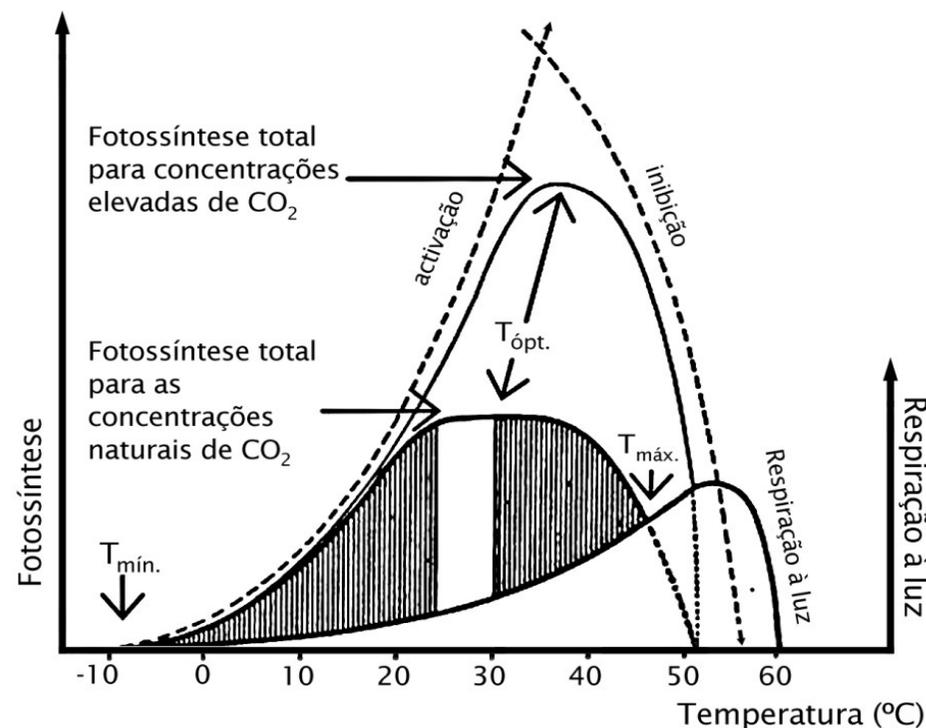
Fonte: Brandão, 2006

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura



Percentagem de redução da fotossíntese óptima em função da temperatura média diária para a cultura do arroz

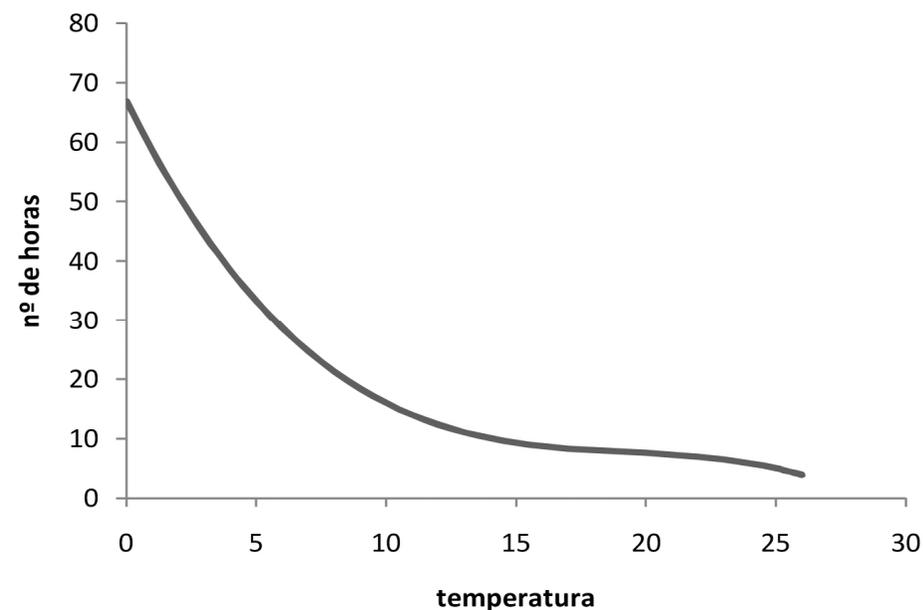
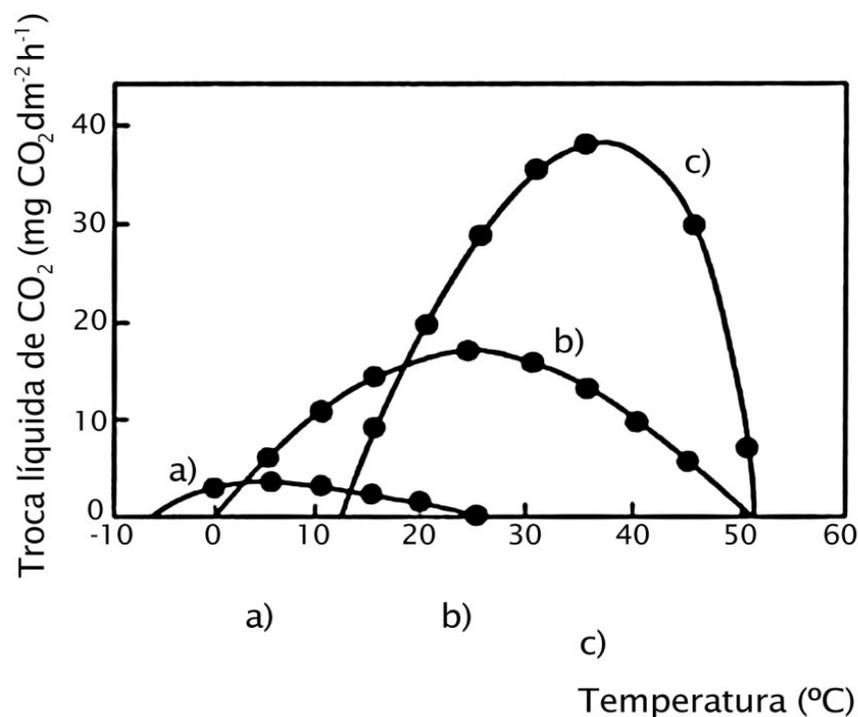


Resposta da fotossíntese total à temperatura, para concentrações elevadas e naturais de CO₂, em plantas C₃

Fonte: Brandão, 2006

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura



Resposta da fotossíntese líquida à temperatura para gramíneas de climas diferentes. a) *Chinochloa spp.* (alpina, C3); b) trigo (temperada, C3); c) milho (subtropical, C4)

Fonte: Brandão, 2006

Número de horas de folha molhada até à infecção pelo pedrado na pereira em função da temperatura

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

Apesar de os sistemas agrícolas serem extremamente dependentes do clima, até ao momento, há **poucas evidências documentadas de impactos das alterações climáticas em curso.**

Este facto fica provavelmente a dever-se à grande influência de aspectos não relacionados com o clima, como o **maneio das culturas** e as **inovações tecnológicas** e, ainda, os **mercados e políticas de subsídios.**

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura



A fenologia das culturas é um dos processos que evidencia alguns efeitos das alterações climáticas actuais, em particular em culturas perenes como as árvores de fruto, a vinha e o olival

Fonte: B.D.'s world em Flickr.com

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

O estudo dos impactos das alterações climáticas futuras na agricultura é uma tarefa algo difícil. Por um lado, os **sistemas agrícolas** são inerentemente **complexos**, por outro, é extremamente difícil replicar em **ensaio experimental** as condições climáticas futuras.

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

Alguns modelos de simulação do crescimento e desenvolvimento das culturas disponíveis para estudos do impacto das alterações climáticas na agricultura

Culturas	Modelo
Algodão	GOSSYM, COTCROP, COTTAM
Amendoim	PNUTGRO
Arroz	CERES-Rice, RICEMOD
Batata	SUBSTOR
Cana-de-açúcar	CANEMOD
Cevada	CERES-Barley
Feijão	BEANGRO
Luzerna	ALSIM, ALFALFA
Milho	CERES-Maize, CORNF, SIMAIZ, CORNMOD, VT--Maize, GAPS, CUPID
Modelo geral	EPIC, STICS, APSIM, CropSyst
Necessidades de rega para todas as culturas	CROPWAT
<i>Pennisetum L.</i>	CERES--Millet, RESCAP
Soja	SOYGRO, GLYCIM, REALSOY, SOYMOD, CROPGRO
Sorgo	CERES-Sorghum, SORGF, SORKAM, RESCAP
Trigo	CERES-Wheat, TAMW, SIMTAG, AFRCWHEAT, NWHEAT, SIRIUS, SOILN--Wheat

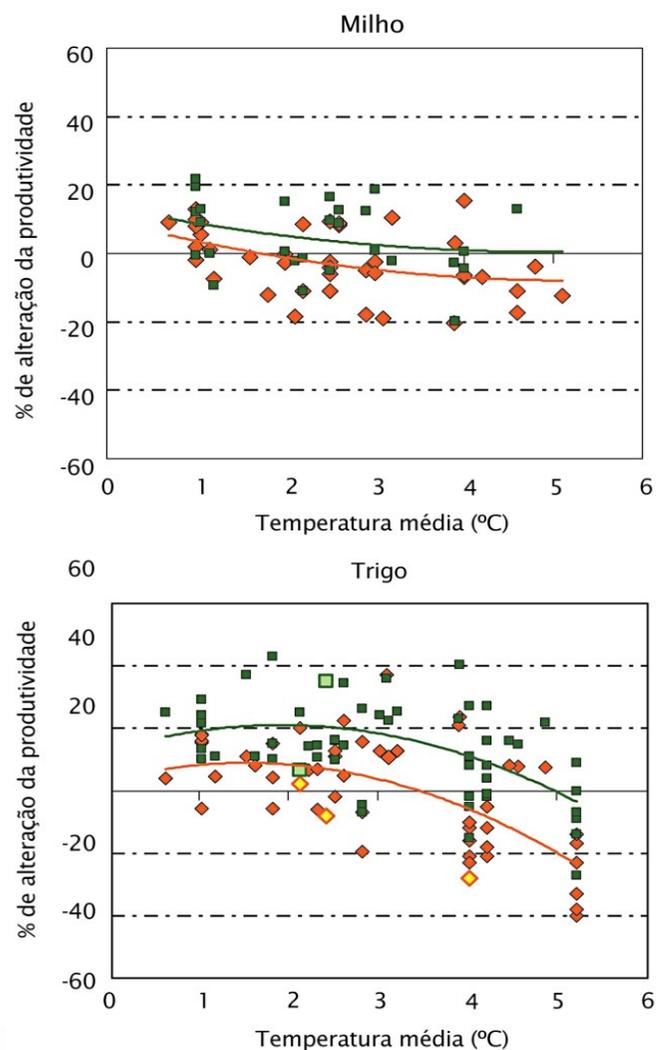
Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

- As culturas respondem positivamente à **elevação do CO₂**, verificando-se aumentos de produtividade. Essa resposta varia de espécie para espécie, estado fenológico e gestão da cultura, em particular em relação à água e ao azoto.
- Porém, as **alterações na temperatura e precipitação** vão limitar aquele efeito positivo do CO₂.

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura



Sensibilidade dos cereais às alterações climáticas para o milho e trigo resultante de 69 estudos em múltiplos locais em função da temperatura média local. As curvas de resposta incluem casos sem medidas de adaptação (vermelho) e com medidas de adaptação (verdes). As medidas de adaptação incluíram data de sementeira, cultivar, etc.

Fonte: adaptado de IPCC, 2007

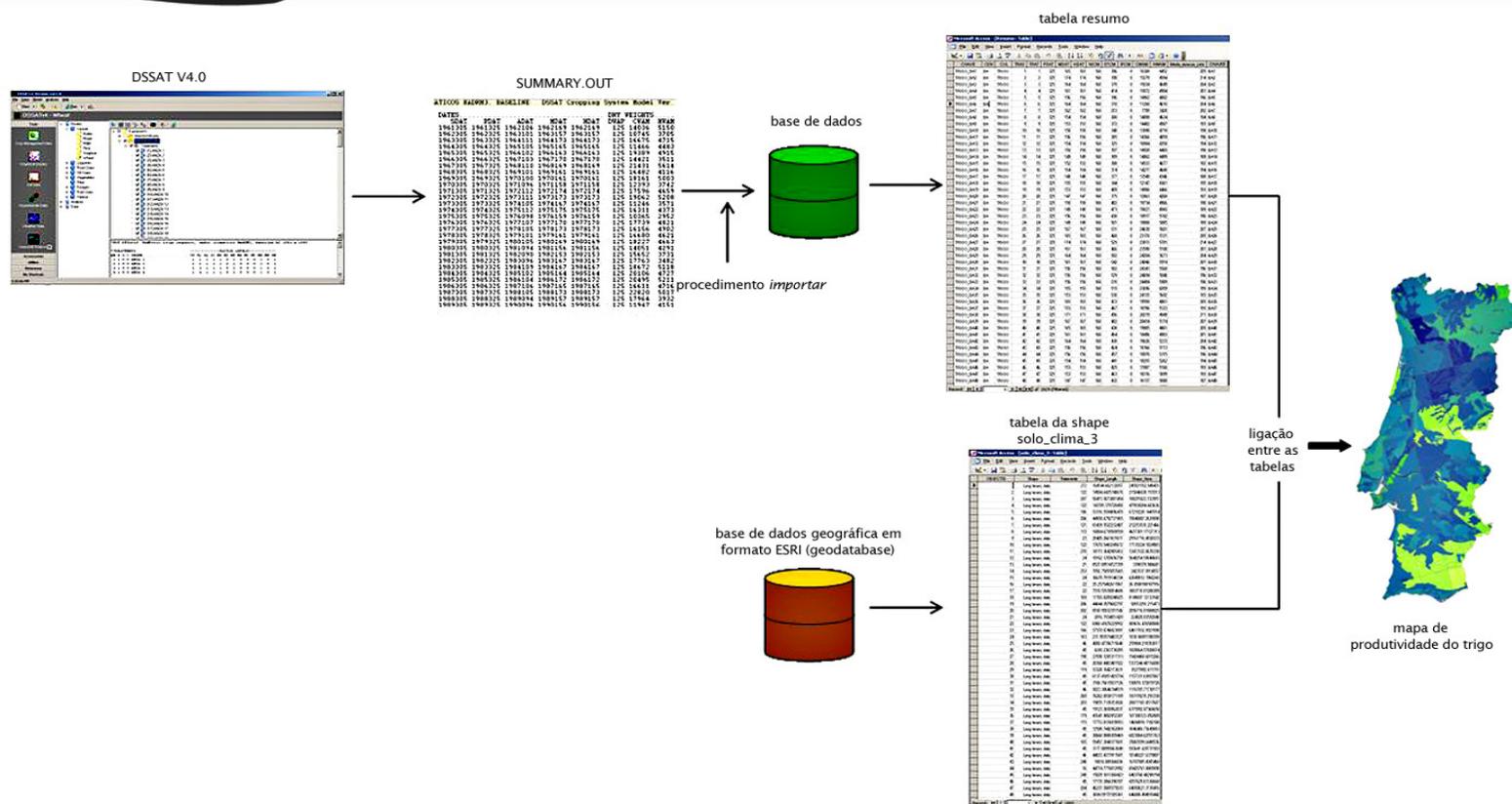
Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

- O já mencionado **projecto SIAM** iniciou em 1999 o estudo do impacto das alterações climáticas na agricultura portuguesa.
- No **SIAM I** foram feitos estudos preliminares e pontuais do impacto das alterações na produtividade das culturas do **trigo e milho**.
- No **SIAM II** a abordagem metodológica foi aprofundada com a constituição de um **sistema de informação integrado** para estudo dos impactos baseado em modelos de simulação das culturas, bases de dados de solos e um sistema de informação geográfica.

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

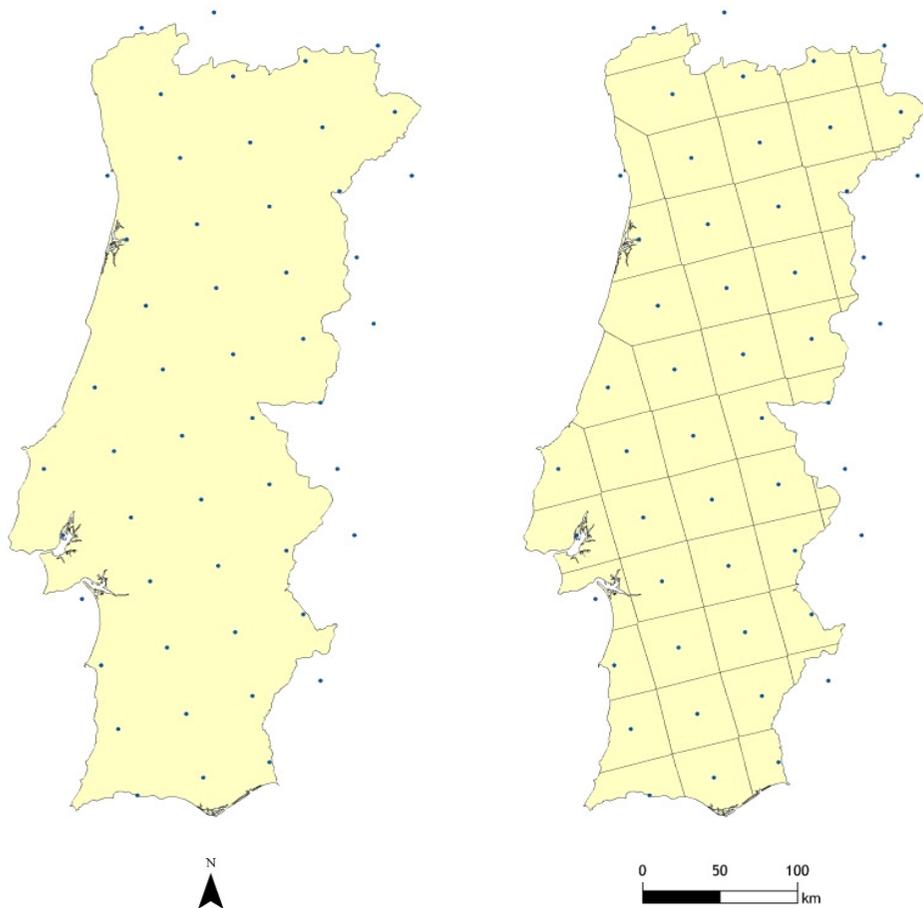


Esquema do sistema de informação desenvolvido no âmbito do projecto SIAM para avaliação do impacto das alterações climáticas na agricultura portuguesa

Fonte: Brandão, 2006

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura



Representação dos pontos da grelha do HadRM3 (esq.) e das células da grelha climática (dir.) para Portugal Continental

Fonte: Brandão, 2006

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura



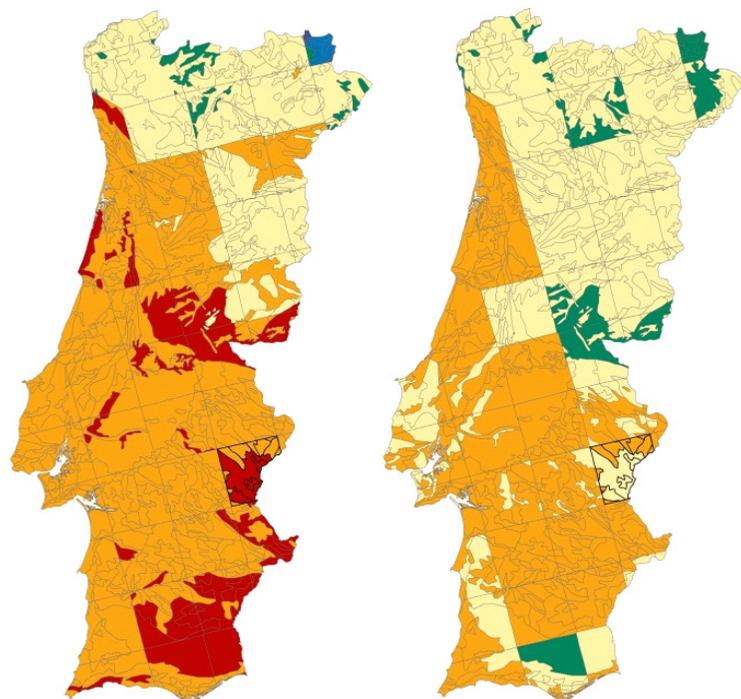
Representação para Portugal Continental da
combinação das células climáticas com os polígonos
dos solos

Fonte: Brandão, 2006



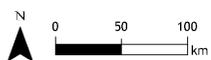
Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

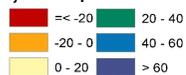


Varição da produtividade da cultura do trigo no futuro em relação ao controlo para os cenários A2c (esq.) e B2a (dir.)

Fonte: Brandão, 2006

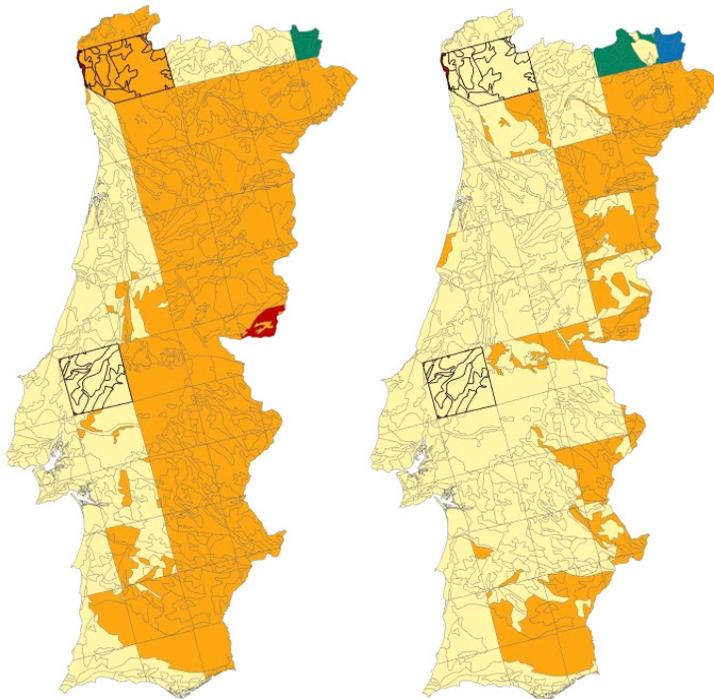


Varição de produtividade (%)



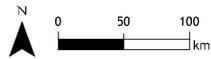
Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura

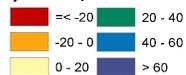


Varição da produtividade da cultura do milho no futuro em relação ao controlo para os cenários A2c (esq.) e B2a (dir.)

Fonte: Brandão, 2006



Varição de produtividade (%)



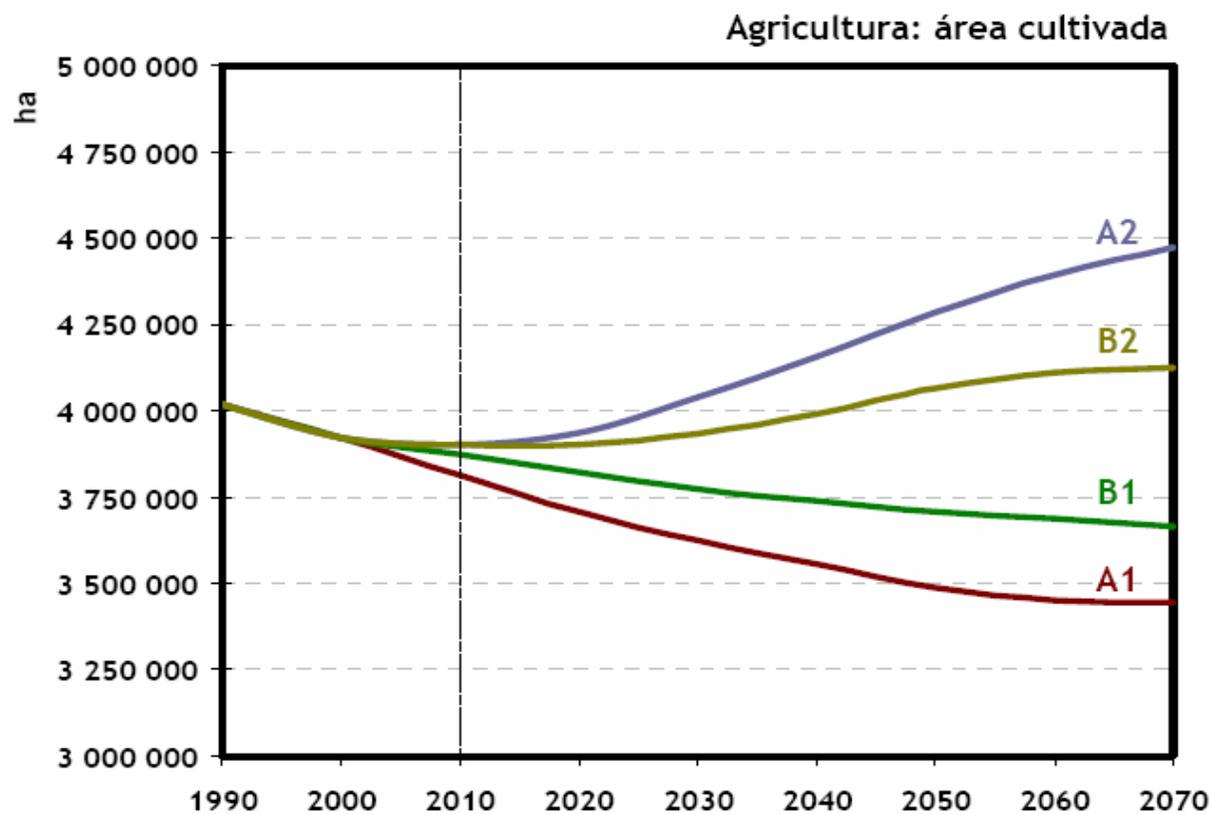
Alterações Climáticas e Agricultura

Medidas de adaptação e mitigação na agricultura

- Outro projecto que abordou a problemática das alterações climáticas na agricultura portuguesa foi o **MISP - Alterações Climáticas: Estratégias de Mitigação para Portugal**.
- O objectivo deste projecto foi o de construir um **modelo multisectorial energia/emissões de Portugal** para testar políticas e opções tecnológicas no contexto da mitigação a longo prazo.

Alterações Climáticas e Agricultura

Impactos das alterações climáticas na agricultura



Evolução da área agrícola em para cada cenário de alteração climática SRES

Fonte: MISP

Face às alterações climáticas e seus impactos, há dois tipos de resposta possíveis:

- A sua **mitigação** pela redução de emissões de GEE e a promoção de sumidouros de carbono;
- A **adaptação** aos impactos.

- **Protocolo de Quioto:** tratado internacional negociado em Quioto, no Japão, em **1997**, com entrada **em vigor em 2005**, em que os diversos países signatários se comprometem à **redução das emissões dos GEE em, pelo menos, 5,2%** em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012.
- **Portugal:** comprometeu-se à redução do aumento das emissões em **27%** naquele período.

O Protocolo de Quioto prevê três mecanismos (mecanismos de flexibilização) de mercado para atingir o objectivo global de redução:

- O comércio internacional de emissões;
- A implementação conjunta;
- O mecanismo de desenvolvimento limpo.

Alterações Climáticas e Agricultura

Medidas de adaptação e mitigação na agricultura

- Os esforços em curso no âmbito do protocolo de Quioto **não são**, contudo, **suficientes** para a estabilização das concentrações dos gases de efeito de estufa.
- Neste sentido, as **medidas de adaptação** (formas directas de combate às alterações climáticas, mais regionais e locais e de efeito mais imediato) e **mitigação** (formas indirectas para atingir o mesmo objectivo, mais globais e com efeito mais a médio prazo) são inevitáveis.

Alterações Climáticas e Agricultura

Medidas de adaptação e mitigação na agricultura

- A **adaptação** às alterações climáticas no **sector agrícola** é o ajustamento nos **sistemas de produção** como resposta a estímulos climáticos verificados ou esperados de forma a moderar danos ou a explorar oportunidades benéficas.
- Segundo o IPCC, a **adaptação** às alterações climáticas pode ocorrer de duas formas:
 - Autónoma e progressiva a um nível local;
 - Planeada a nível regional ou nacional.

Alterações Climáticas e Agricultura

Medidas de adaptação e mitigação na agricultura

- **Adaptação autónoma e progressiva a um nível local** ⇒ é uma extensão ou intensificação de opções actuais de gestão do risco ou de melhoria da produtividade. Este tipo de adaptação irá ocorrer **“naturalmente”** em resultado das decisões de gestão dos empresários agrícolas face às condições climáticas de cada ano e sua tendência.
- **Adaptação planeada a nível regional ou nacional** ⇒ pode incluir actividades como o desenvolvimento de infraestruturas e capacidade para a adaptação a nível regional e nacionais, quase sempre envolvendo as instituições relevantes e alterando o âmbito em que as decisões de gestão autónomas são tomadas.

Adaptação autónoma e progressiva a um nível local



Medidas de adaptação às alterações climáticas: Alterar cultivares/variedades ou culturas para aquelas com necessidades térmicas e de vernalização mais apropriadas e/ou com melhor resistência ao stress térmico e hídrico

Fonte: Brian Hathcock em Flickr.com

Adaptação autónoma e progressiva a um nível local



Medidas de adaptação às alterações climáticas: Utilizar pastagens que privilegiem a consociação de diversas espécies

Fonte: kadj em Flickr.com

Adaptação autónoma e progressiva a um nível local



Medidas de adaptação às alterações climáticas: alterar ou adaptar o sistema de produção

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page

Alterações Climáticas e Agricultura

Medidas de adaptação e mitigação na agricultura

- No âmbito da **adaptação planeada**, encontra-se em consulta pública até Setembro de 2009 a **Proposta de Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas em Portugal**. Esta proposta, elaborada pela Comissão para as Alterações Climáticas (cf. 4.7), surge no seguimento do **Livro Branco – Adaptação às Alterações Climáticas: para um Quadro de Acção Europeu** publicado em 2009 pela Comissão das Comunidades Europeias, acompanhado de um relatório sectorial para a agricultura e zonas rurais.

Alterações Climáticas e Agricultura

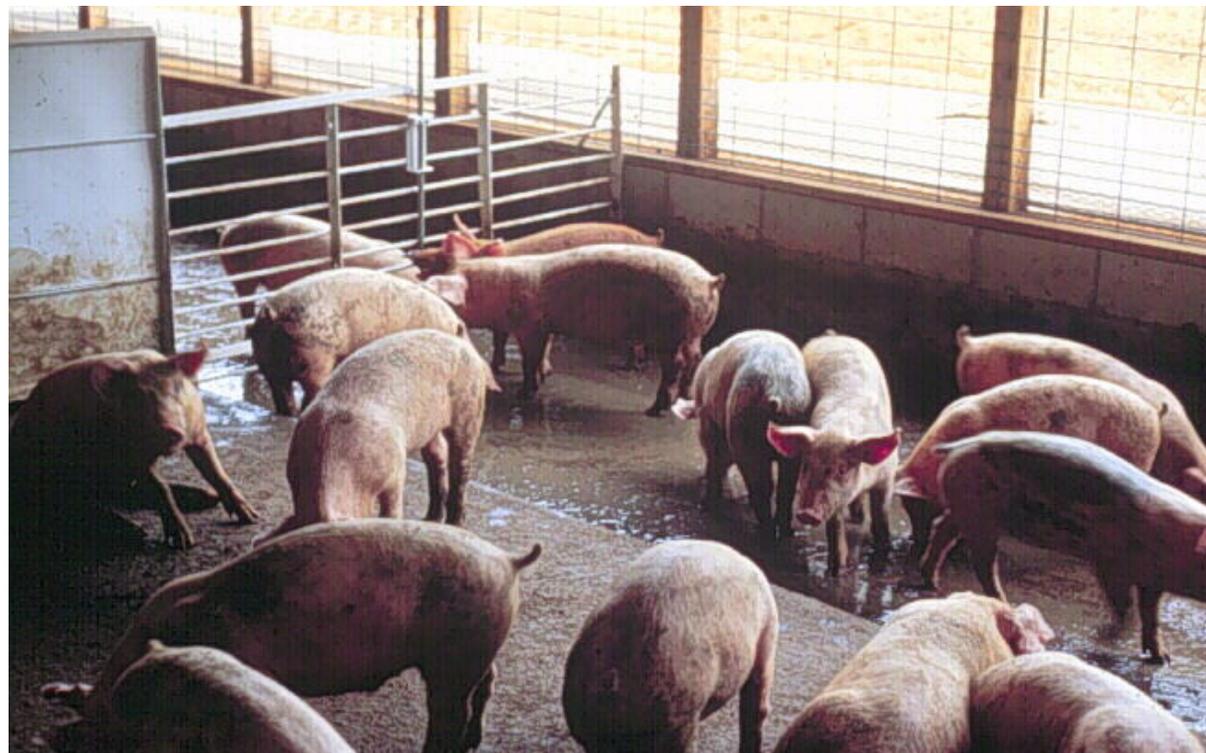
Medidas de adaptação e mitigação na agricultura

Mitigação das alterações climáticas

- A **redução de emissões de GEE** e a **promoção de sequestro de carbono** é o segundo tipo de resposta às alterações climáticas.
- As principais **medidas de mitigação** são:
 - Gestão das culturas;
 - Gestão das pastagens/melhoramento das pastagens;
 - Gestão de solos orgânicos;
 - Restauro de solos degradados;
 - Gestão da produção animal;
 - Gestão de efluentes em explorações animais;
 - Culturas bioenergéticas, biocombustíveis sólidos, líquidos, biogás e resíduos.

Alterações Climáticas e Agricultura

Medidas de adaptação e mitigação na agricultura



Medidas de mitigação das alterações climáticas: Melhoria da gestão e armazenamento, digestão anaeróbia, utilização como fertilizante – os efluentes podem libertar para a atmosfera quantidades significativas de CH_4 e N_2O

Fonte: Soil-Science.info em Flickr.com

Alterações Climáticas e Agricultura

Medidas de adaptação e mitigação na agricultura



Medidas de mitigação das alterações climáticas: Mobilização do solo e gestão dos resíduos – Os sistemas de mobilização reduzida ou nula promovem o sequestro do carbono

Fonte: Soil-Science.info em Flickr.com

Alterações Climáticas e Agricultura

Medidas de adaptação e mitigação na agricultura

- As medidas de adaptação e mitigação não são **independentes entre si**.
- Na verdade há uma íntima relação entre as duas. As medidas de mitigação podem ter diferentes consequências nas medidas de adaptação.
- Essas **consequências** podem ser **positivas** (e.g. sequestro de carbono que não envolva maior utilização de água) ou **negativas** (e.g. uma grande dependência em bioenergias aumentaria a sensibilidade do fornecimento de energia aos extremos climáticos).

■ Políticas Nacionais de Mitigação:

- Regulamentação de emissões;
- Impostos e tarifas;
- Mercado de permissões;
- Acordos voluntários;
- Subsídios e incentivos;
- Investigação e desenvolvimento;
- Informação.

De forma a cumprir os compromissos estabelecidos no Protocolo de Quioto Portugal constituiu três **instrumentos de política:**

- O Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC);
- O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE);
- O Fundo Português de Carbono.

O **clima** é a descrição estatística do tempo em termos de médias e desvios de determinados parâmetros relevantes ao longo de várias décadas, tipicamente três ou seja 30 anos.

O **Sistema climático** evolui no tempo em resultado da influência da sua dinâmica interna mas também como resultado de factores externos que afectam o seu balanço de radiação.

A **alteração da radiação** de longo comprimento de onda da terra para o espaço ocorre sempre que a concentração dos gases de efeito de estufa aumenta.

O **Clima da Terra** tem-se alterado desde a sua formação há 4600 milhões de anos em resultado de alterações no balanço de radiação.

As **alterações climáticas** são “normais” e fazem parte da evolução do clima.

As **alterações climáticas actuais** são diferentes de todas as outras que têm ocorrido até agora: resultam do aumento da emissão de gases de efeito de estufa com origem nas actividades humanas.

A **emissão** destes **gases** para a atmosfera amplia o efeito de estufa natural que tem como consequência directa o aumento da temperatura global.

As alterações climáticas têm potenciais impactos na agricultura:

- A **taxa fotossintética** aumenta;
- A duração do **ciclo das culturas** diminui;
- O período isento de **geadas** aumenta;
- O número de **horas de frio** diminui;
- A incidência de **pragas e doenças** aumenta;
- O **stress hídrico** aumenta;
- A erosividade da **precipitação** aumenta;
- O **bem-estar e fertilidade animal** diminui;
- A necessidade de **condicionamento animal** aumenta;
- A susceptibilidade a **eventos** extremos aumenta;
- A necessidade de **drenagem artificial** aumenta.

Face às alterações climáticas e seus impactos, há dois tipos de resposta possíveis: a sua **mitigação** pela redução de emissões de gases de efeito de estufa e a promoção de sumidouros de carbono, por um lado, e a **adaptação** aos impactos, por outro.

No âmbito do **Protocolo de Quioto, Portugal** comprometeu-se à limitação das emissões de gases de efeito de estufa sendo que para isso foram previstos diversos mecanismos para o conseguir.