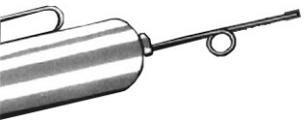


Título

FOGO CONTROLADO E PASTORICIA NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS ECOSISTEMAS SILVOPASTORIS DE MONTANHA

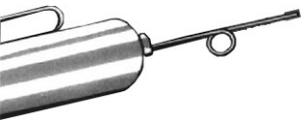
COMPORTAMENTO DO FOGO



“Entre as pessoas não familiarizadas com a gestão do fogo existe a percepção de que o fogo controlado consiste simplesmente em atear fogos para eliminar o combustível, e que para tal chega uma compreensão básica do comportamento do fogo. Na verdade, **quando se queimou desta forma os resultados deixaram a desejar e houve fogos que escaparam, danos, e mortos**”

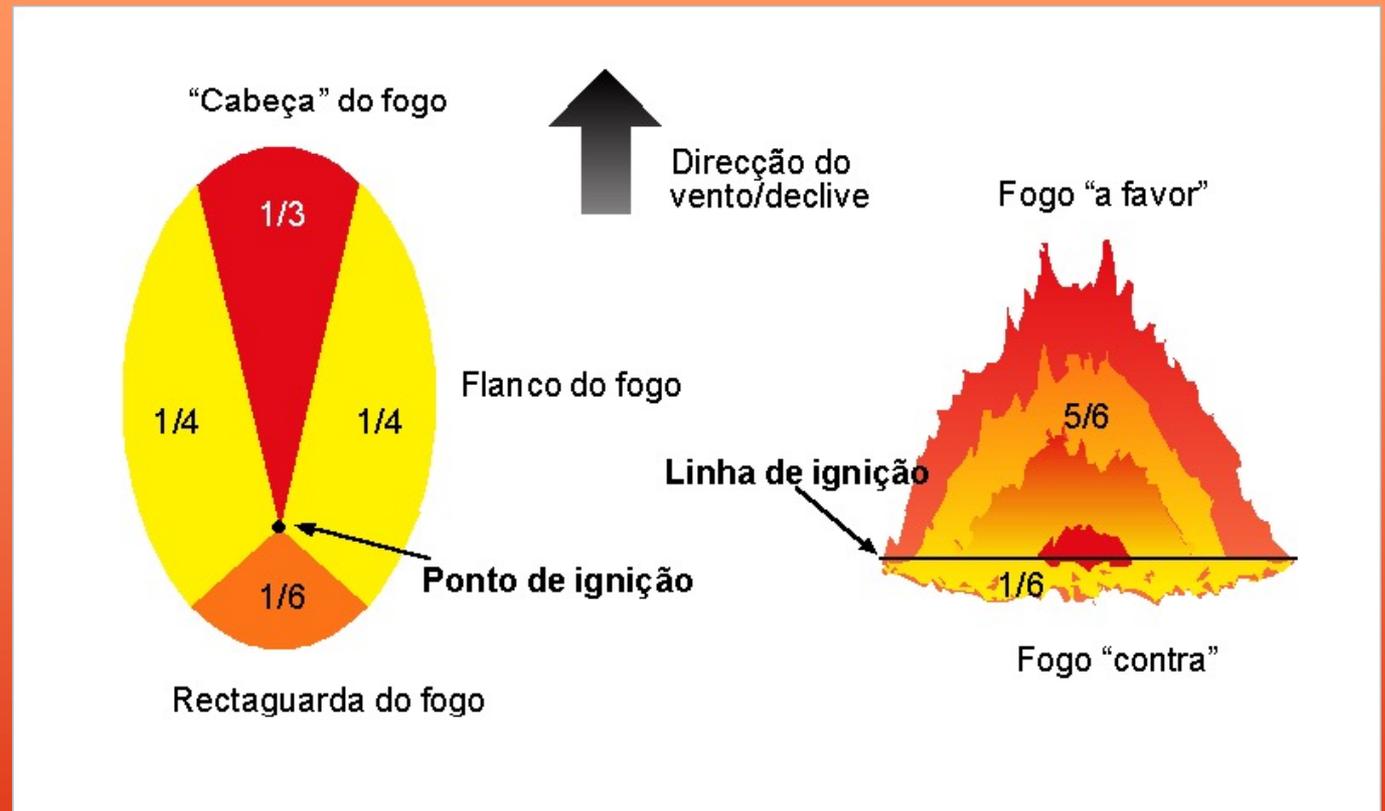


Jim Gould (2006)



DESCRIÇÃO DO COMPORTAMENTO DO FOGO

O perímetro do fogo



Velocidade de propagação

Fogo subterrâneo

< 0,01 m/min



Fogo de superfície (cabeça)

1 - 10 m/min



Fogo de superfície

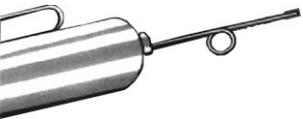
(cauda) 0,1 – 1,0 m/min



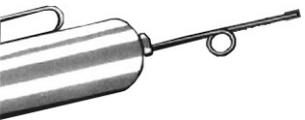
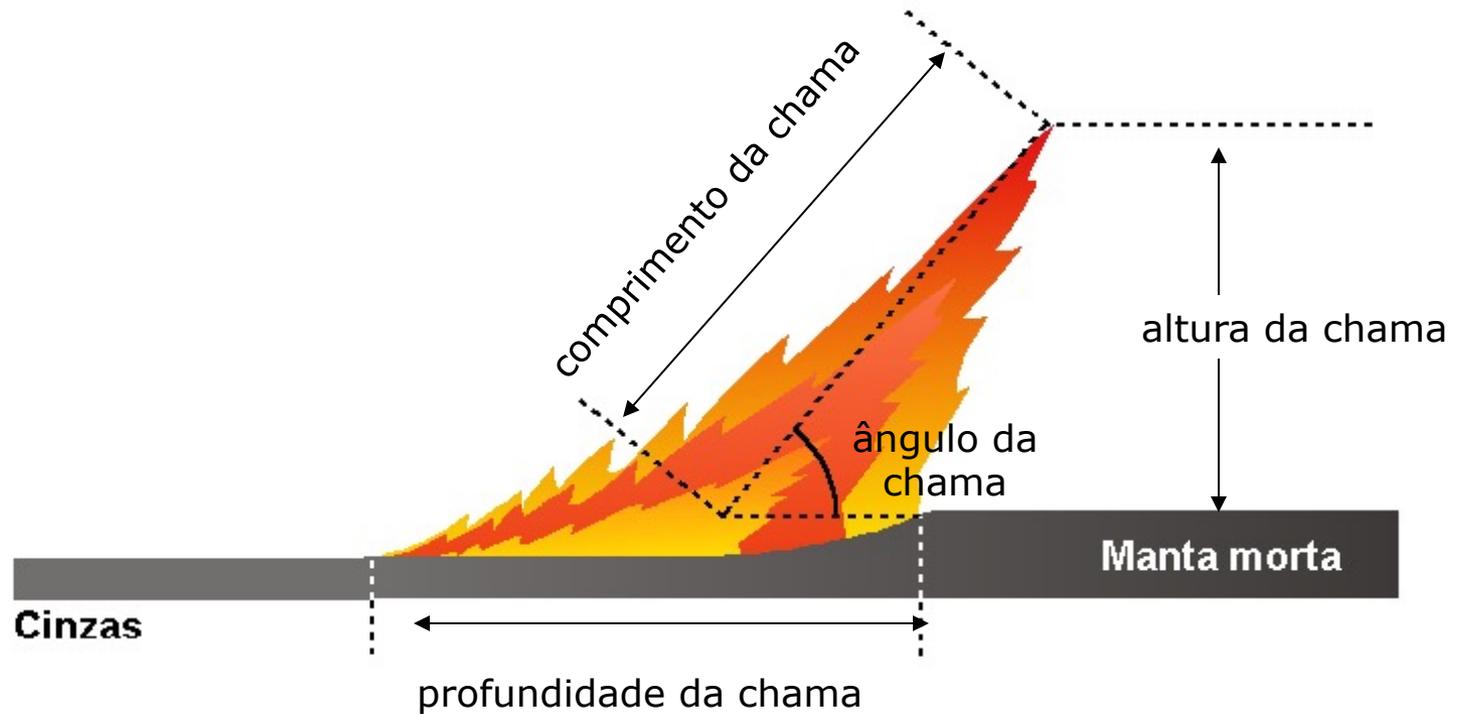
Fogo de

copas

10 - 100 m/min



Dimensões da chama



Características da chama e energia libertada

Factores determinantes:

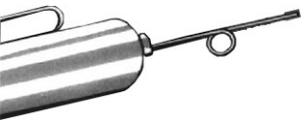
Velocidade de propagação

Combustível disponível

Estrutura do combustível

Interacção/junção de frentes

13.03.2003



Parâmetros básicos do comportamento do fogo

O que faz o fogo? Desloca-se, elimina combustível, e produz calor e luz através de combustão com chama

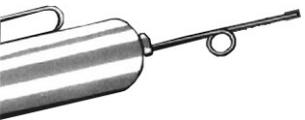
Intensidade da frente de chamas

$$I = R w H \quad (\text{kW/m})$$

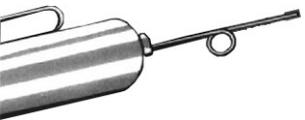
R = velocidade de propagação (m/s)

w = consumo de combustível na frente de chamas (kg/m^2)

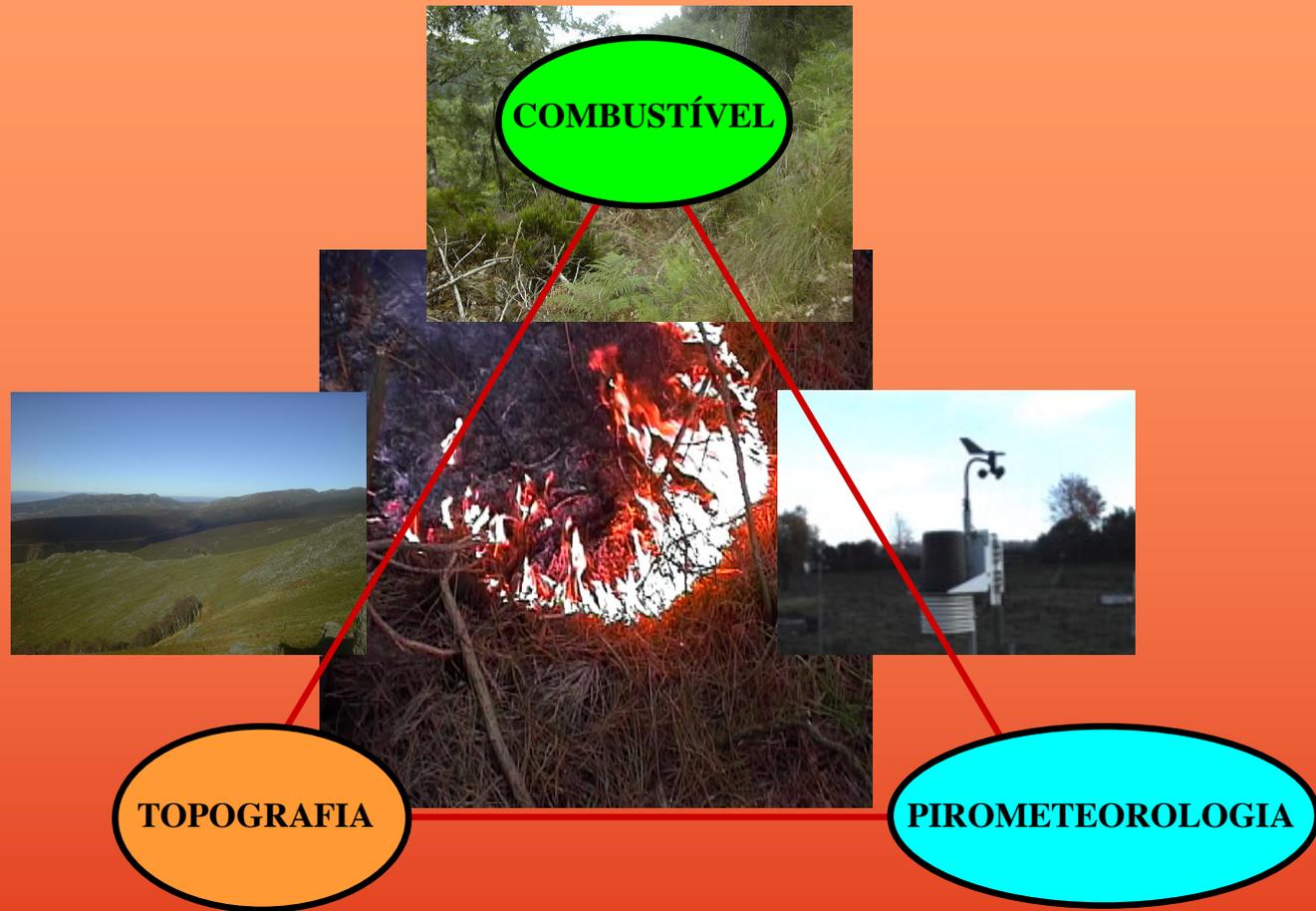
H = calor de combustão (kJ/kg)



Predição do comportamento do fogo



PIROAMBIENTE



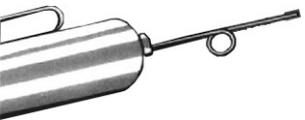
Condições ambientais



Comportamento do fogo



Efeitos do fogo de 1ª ordem



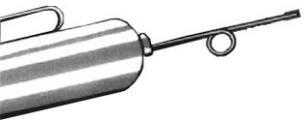
I. Características estruturais do combustível

Combustível: total vs. disponível

Combustíveis finos (<6 mm)



Rapidez no tempo de resposta, inflamação e combustão



I. Características estruturais do combustível

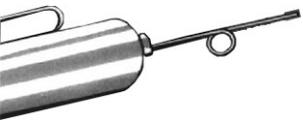
Forma e tamanho (razão superfície/volume)



Eucalyptus globulus
folhas e ramos

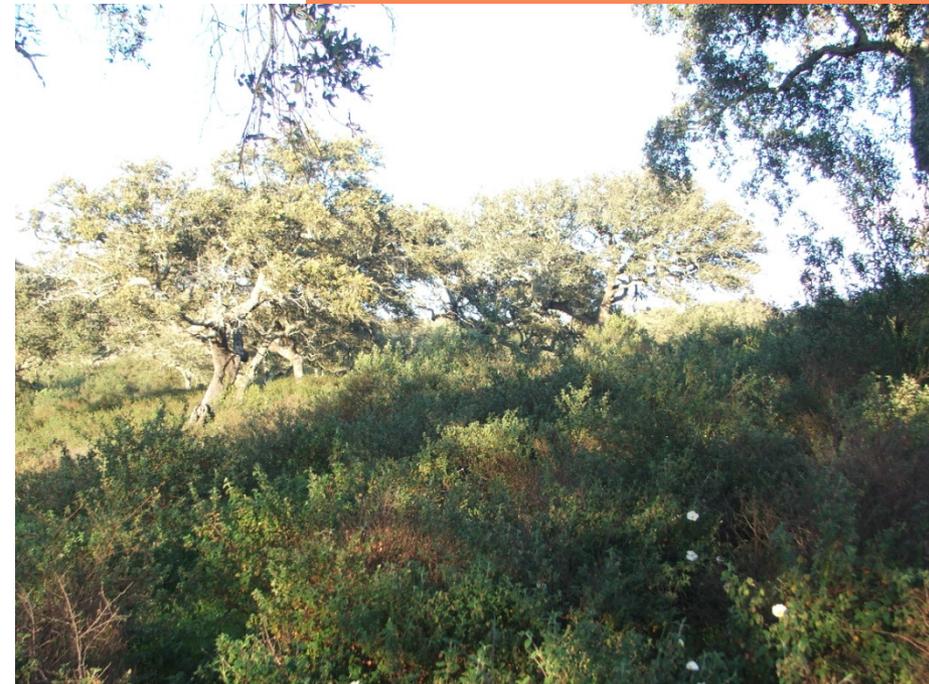


Pinus pinea
agulhas e erva

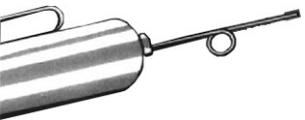


I. Características estruturais do combustível

Espessura e carga de combustível



Quercus rotundifolia



I. Características estruturais do combustível

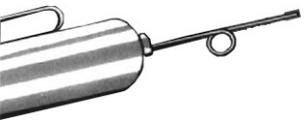
Compactação



Pinus sylvestris

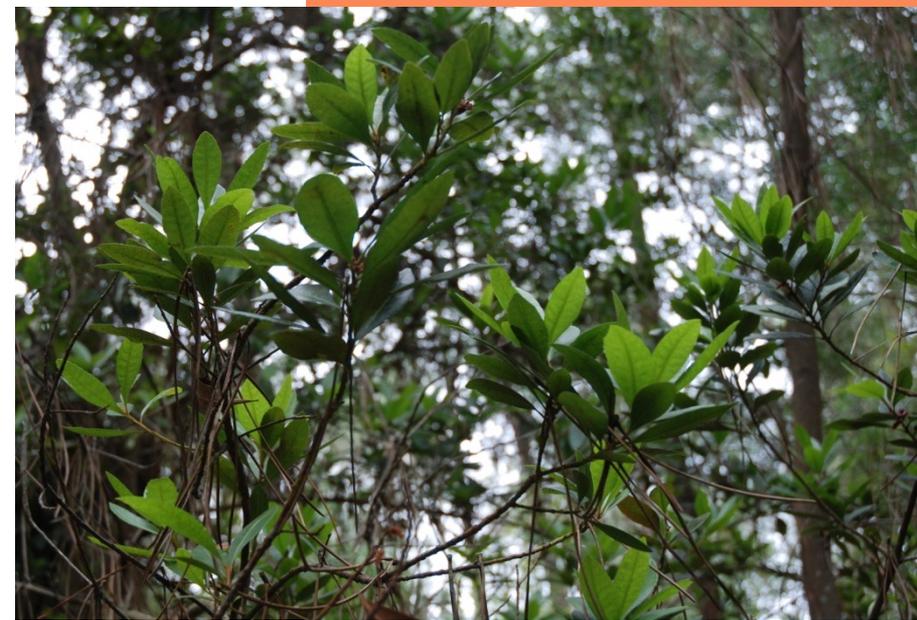


Pinus pinaster



I. Características estruturais do combustível

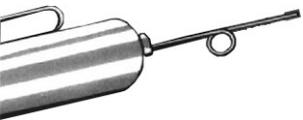
Razão morto /vivo

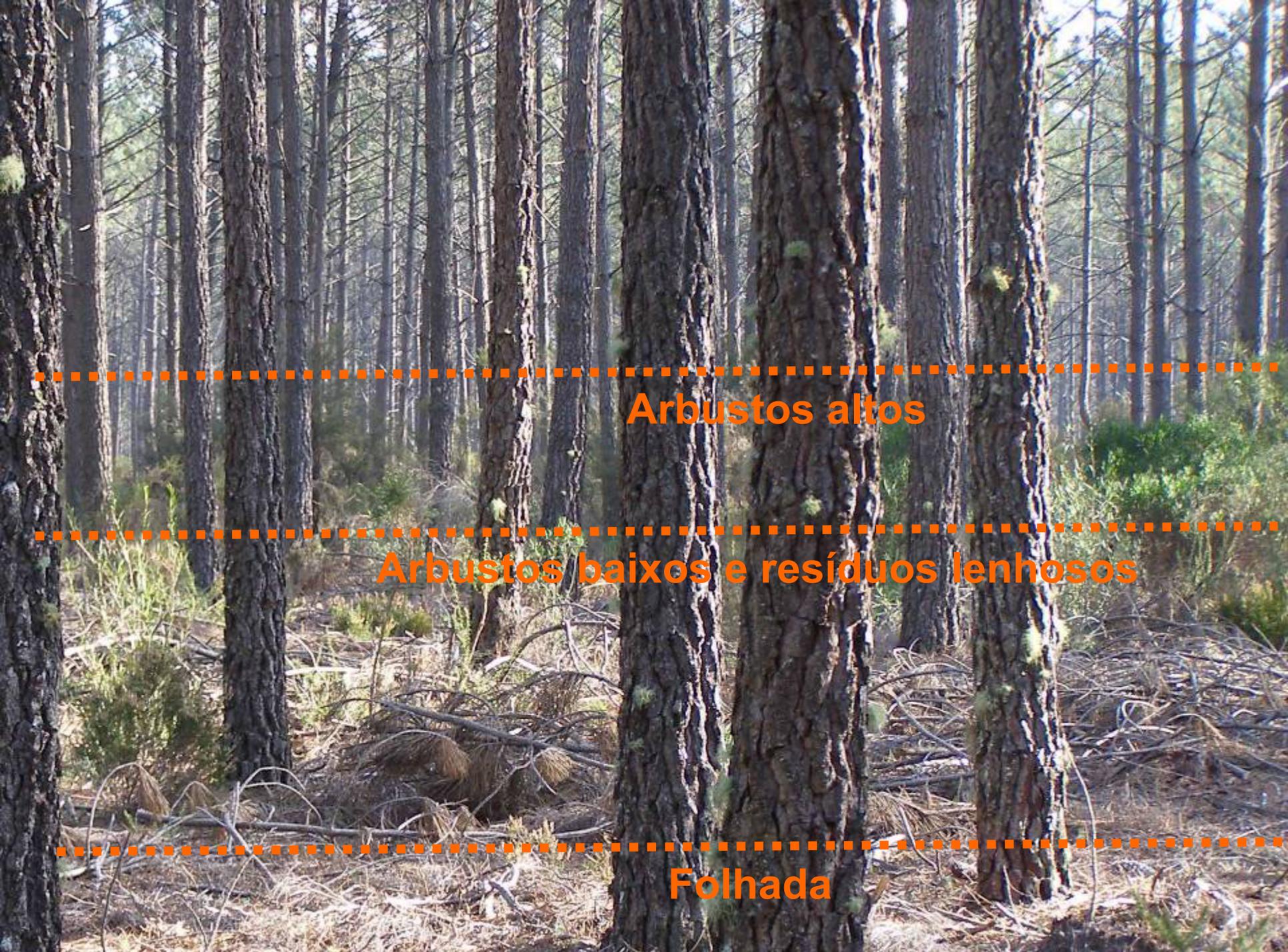


Arbutus unedo



Stauracanthos genistoides





Arbustos altos

Arbustos baixos e resíduos lenhosos

Folhada



I. Características estruturais do combustível

Avaliação do combustível

- Tipo de vegetação
- Caracterização não destrutiva por estrato

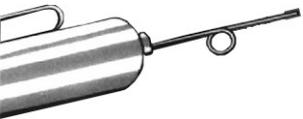
Altura ou espessura



Coberto (%)

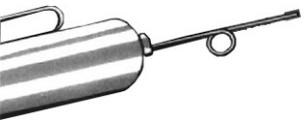
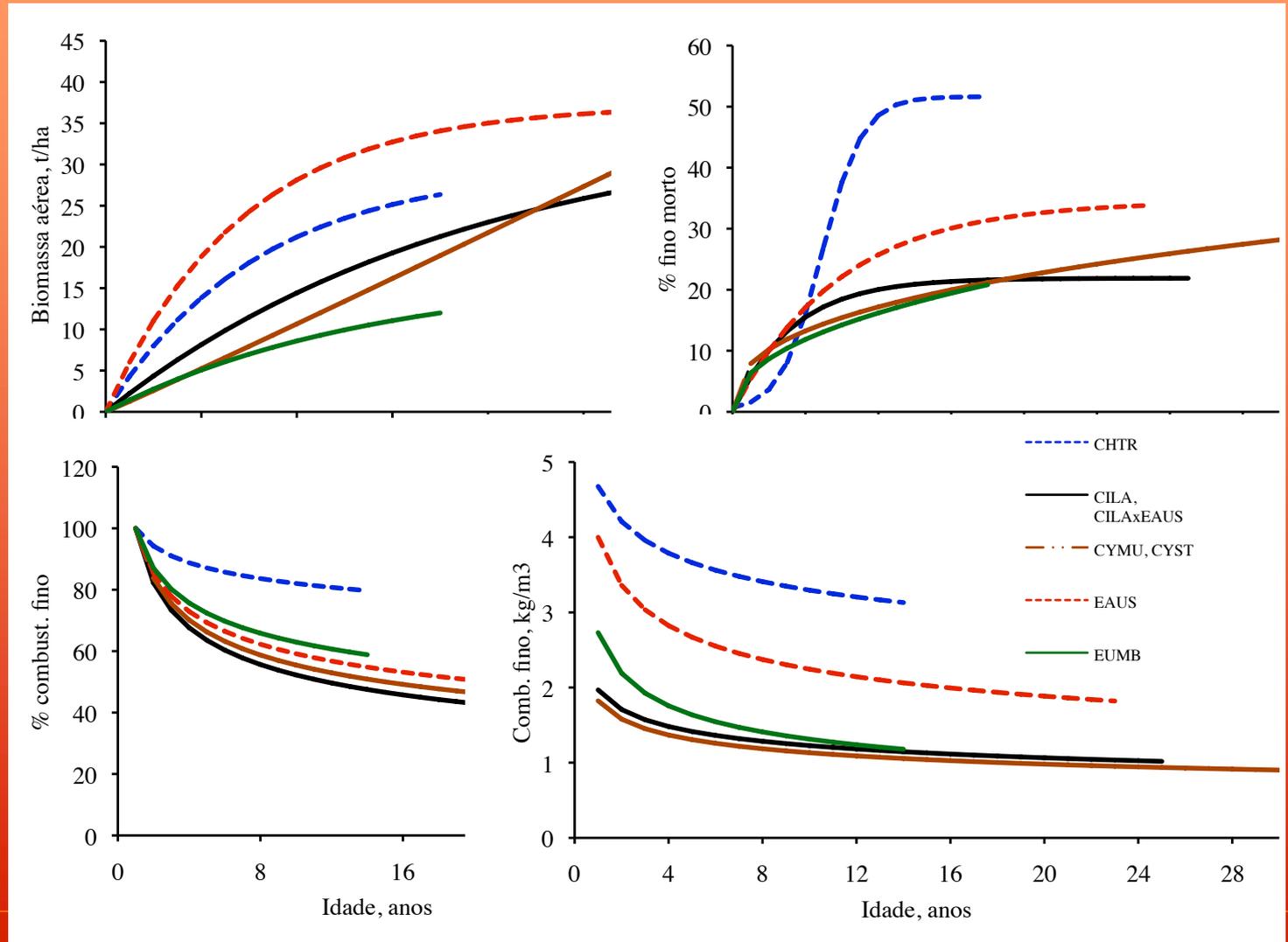


Carga de combustível



I. Características estruturais do combustível

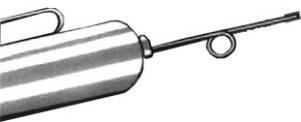
Dinâmica temporal do combustível



Importância da meteorologia para a prática do fogo controlado

Janela de prescrição genérica para FC em pinhal bravo

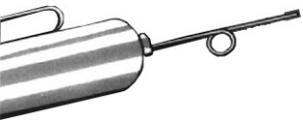
Variáveis	Min.		Óptimo		Máx.	
Nº dias desde a última precipitação	2		3-12		28	
Temperatura, °C	-		<13		20	
Velocidade superficial do vento, km.h ⁻¹	1		3 - 6		12	
Humidade do combustível morto superficial/elevado, %	12		15 – 21*		25 – 38*	
Intervalos associados de:	<u>A</u>	<u>SA</u>	<u>A</u>	<u>SA</u>	<u>A</u>	<u>SA</u>
Temperatura, °C	17	20	6-15	8-20	2-3	4-7
Humidade relativa, %	24	35	31-63	35-78	74-86	92-100
Humidade da folhada inferior, %	100		>150		-	



É importante dispor de uma **previsão meteorológica para o dia e noite da queima.**

Fontes de informação meteorológica:

- IPMA e outra informação *online*;
- Estações meteorológicas da entidade responsável pelas queimas;
- Observações locais.

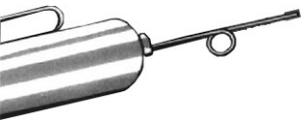


Devem ser registados dados meteorológicos, a intervalos de 1-2 horas, no local de tratamento:

- imediatamente antes,
- durante, e
- imediatamente a seguir à operação,

Importantes para:

- verificar a aplicabilidade da previsão,
- garantir que a prescrição é respeitada.



A humidade do combustível é a variável mais importante para o controlo do comportamento e efeitos do fogo

Varia passivamente com as condições meteorológicas passadas e presentes

Varia em função da posição no complexo-combustível e dimensão

Factores:

Temperatura e humidade do ar

Precipitação

Condensação

Humidade do solo

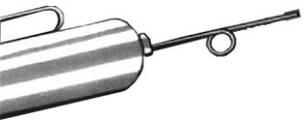
Nebulosidade

Exposição às influências meteorológicas

Época do ano

Hora do dia

Declive e exposição do terreno



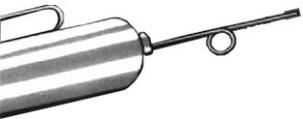
Efeitos da humidade do combustível:

> dificuldade da ignição

< velocidade e intensidade da propagação do fogo

< consumo de combustível

A humidade do combustível determina a velocidade de combustão e a porção do complexo-combustível disponível para arder



Humidade do combustível morto e fino e perigo de incêndio

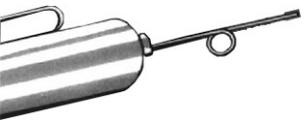
Humidade do combustível morto e fino, %	Ignição e comportamento do fogo
< 4	Fogo de intensidade extrema. Ignição imediata de faúlhas projectadas.
4 - 7	Fogo de elevada a muito elevada intensidade. Ignição rápida de faúlhas projectadas. Fogo de copas provável.
7 - 10	Fogo de elevada intensidade. Ignição por faúlhas de dimensão moderada. Fogo de copas possível.
10 - 15	Fogo de intensidade moderada a elevada.
15 - 20	Fogo de intensidade moderada.
20 - 25	Fogo de intensidade reduzida a moderada.
25 - 30	Ignição difícil. A propagação do fogo em matos requer vento.
> 30	Ignição muito difícil. O fogo geralmente extinguir-se-á por si só.

.....

Queima de sobrantes

Uso do fogo em área (fogo controlado e queimadas)

Combustível vivo



Métodos de avaliação da humidade do combustível

~~• Colheita de amostras~~

• Peças de madeira

• Tabelas, aplicações informáticas

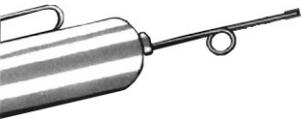
T, HR, chuva, vento, declive, exposição, nebulosidade, época do ano, dia do ano, ensombramento pelas árvores

Humidade relativa, %	Temperatura, °C						
	0-4	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-24
16-18	10	9	8	7	7	6	5
19-21	12	10	9	8	7	7	6
22-24	13	11	10	9	8	7	7
25-27	14	12	11	10	9	8	7
28-30	15	13	12	11	10	9	8
31-33	17	14	12	11	10	9	8
34-36	18	15	13	12	11	10	9
37-39	19	16	14	13	12	11	9
40-42	20	16	15	14	12	11	10
43-45	21	17	16	14	13	12	10
46-48	22	18	17	15	14	12	11
49-51	23	19	17	16	14	13	11
52-54	24	20	18	16	15	14	12
55-57	25	21	19	17	16	14	12
58-60	26	21	20	18	16	15	13
61-63	27	22	20	18	17	15	13
64-66	28	23	21	19	17	16	14
67-69	29	24	22	20	18	16	14
70-72	30	25	22	20	18	17	15
73-75	31	25	23	21	19	17	15
76-78	32	26	24	22	20	18	16
79-81	32	27	24	22	20	18	16
82-84	33	28	25	23	21	19	17
85-87	34	28	26	23	21	19	17
88-90	35	29	26	24	22	20	17
91-93	36	30	27	25	22	20	18
94-96	37	30	28	25	23	21	18
97-100	38	31	28	26	23	21	19

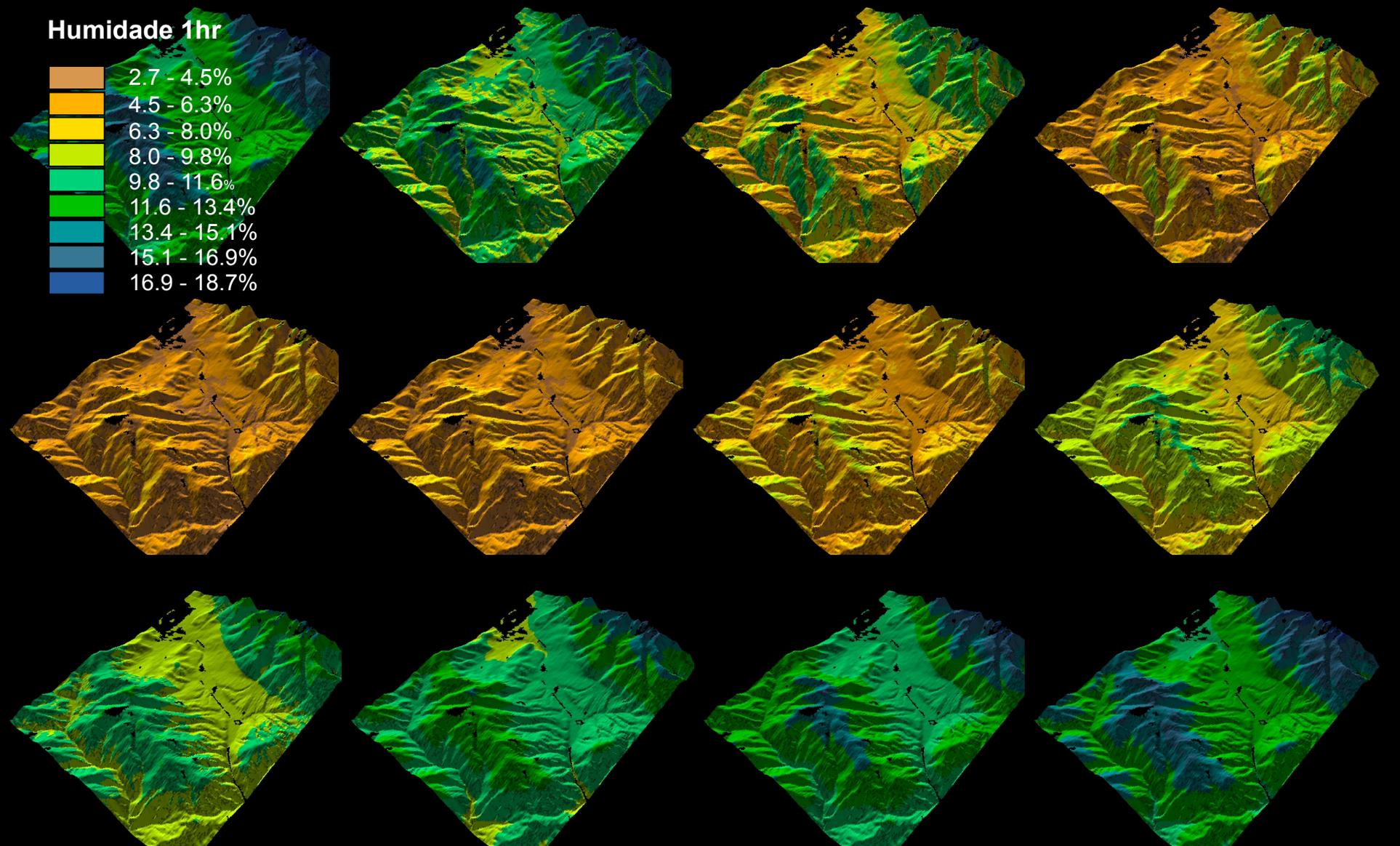
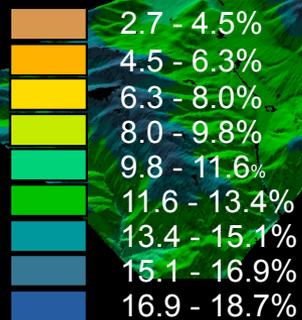
• Aparelhos portáteis



• Métodos manuais

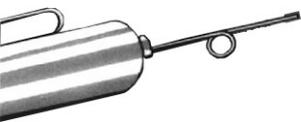


Humidade 1hr



Ciclos diurnos: dependem da exposição da superfície terrestre à radiação solar

Variação espaço-temporal da humidade do combustível morto fino



Vento

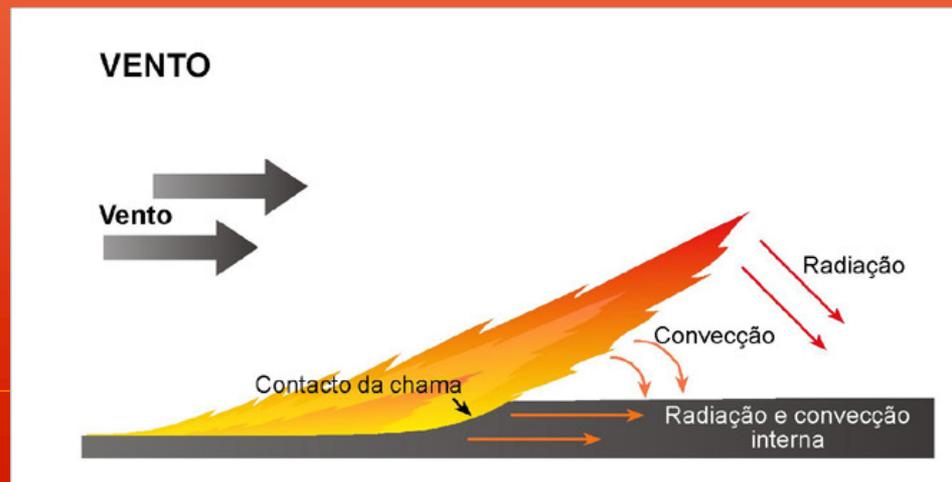
O comportamento do fogo é bastante mais predizível se a velocidade e direcção do vento forem estáveis.

ventos mais fortes \Rightarrow direcção mais constante

Efeito do vento na propagação do fogo

- a propagação do fogo é acelerada
- as dimensões das chamas serão também maiores

Chama mais próxima do combustível adjacente ao fogo, pré-aquecimento mais rápido e efetivo



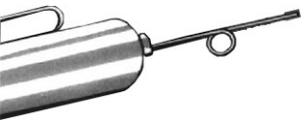
A **velocidade do vento com importância** é aquela que age directamente sobre a frente de propagação

- velocidade superficial do vento,
- medida dentro do povoamento à altura de 1,5 a 2 m ("velocidade a meia altura da chama", U_2).

As previsões meteorológicas indicam a velocidade do vento a 10 m do solo e em terreno aberto (U_{10}), pelo que têm que ser ajustadas:

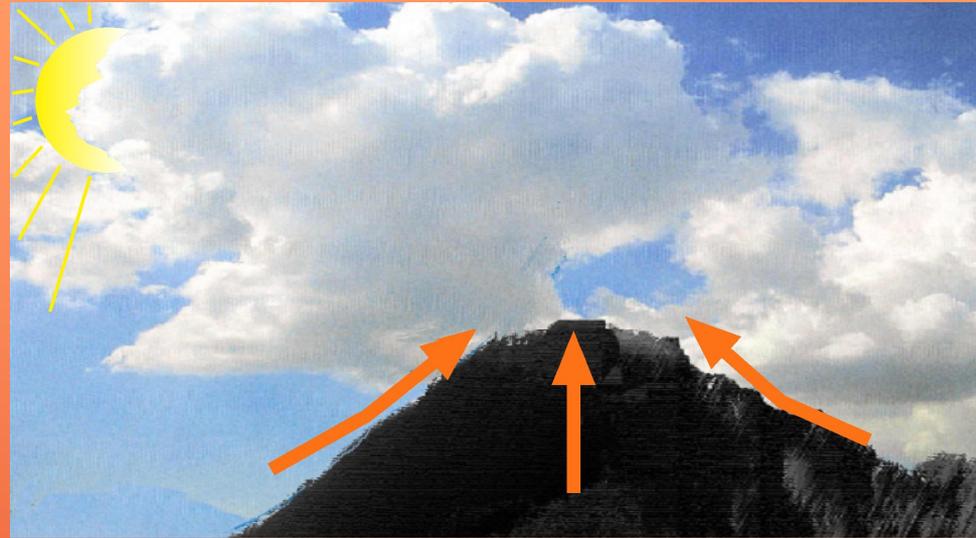
Matos: $U_2 = 0,67 U_{10}$

Floresta: $U_2 = 0,20 U_{10} - 0,40 U_{10}$

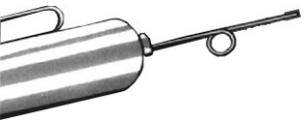
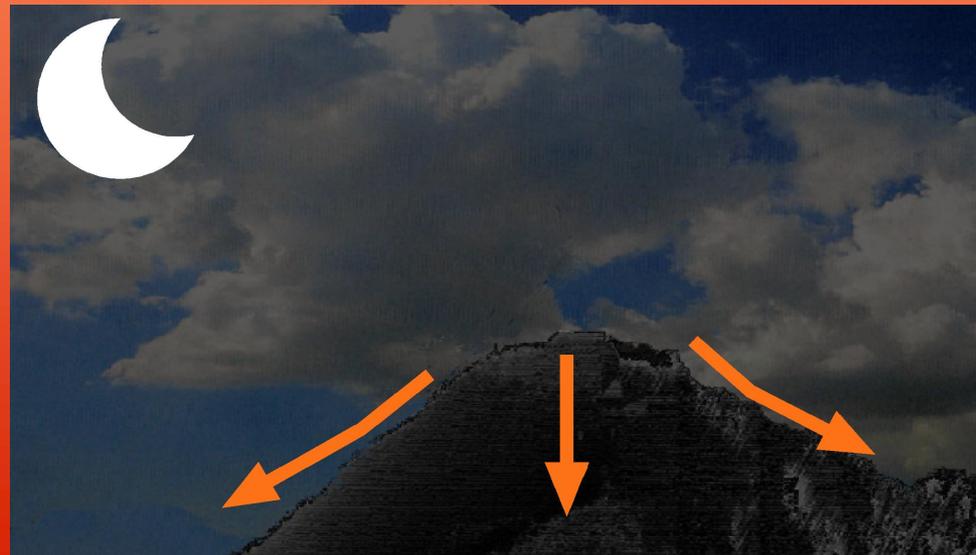


Ciclos diários de vento em zonas montanhosas: **ventos locais de convecção** – mais notórios em dias de céu limpo e atmosfera estável

À medida que a manhã progride desenvolve-se um vento local ascendente – **anabático**



A partir do fim da tarde e durante a noite desenvolve-se um vento descendente - **catabático**



Estabilidade atmosférica

A resistência da atmosfera ao movimento vertical do ar.

Estabilidade

- Restringe convecção
- Produz condições de queima mais uniformes
- Não favorece dispersão do fumo
- Reduz a visibilidade

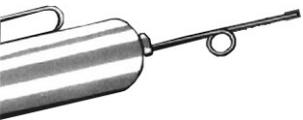


Instabilidade

- Promove a dispersão rápida do fumo
- Promove a convecção
- Dificulta operações se excessiva

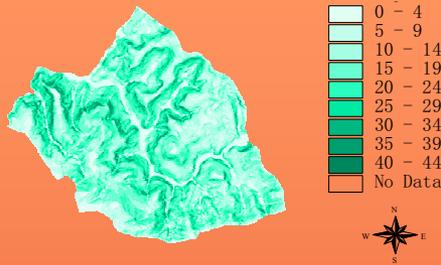


Uma atmosfera neutra é favorável à execução de fogo controlado e à dispersão do fumo, logo que a velocidade do vento seja suficiente.

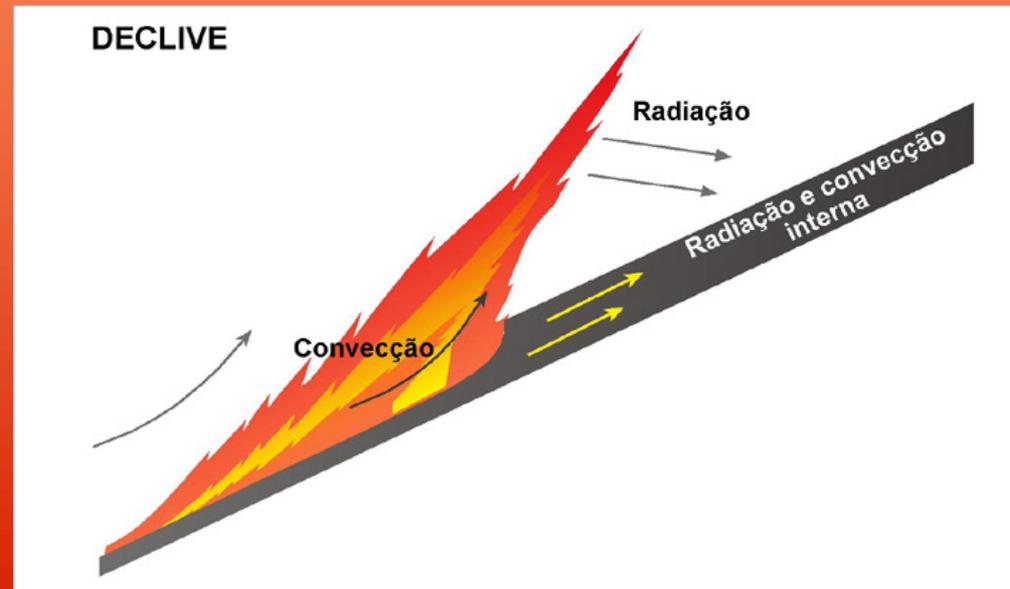


TOPOGRAFIA

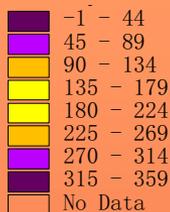
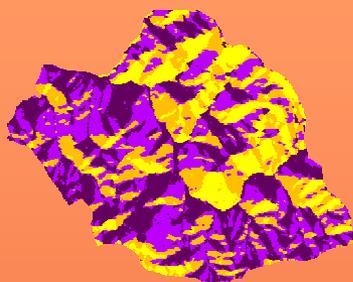
Declive



- O efeito do declive sobre o comportamento do fogo é direto, e análogo ao efeito do vento
- O declive tende a aproximar a convecção do solo, contribuindo para reduzir a altura de copa dessecada
- O declive auxilia a condução da queima



Exposição



- A exposição afecta a **quantidade de vento e radiação** recebidas por uma encosta, por sua vez influenciando a **humidade do combustível**
- A exposição do terreno deve ser aproveitada para planear as operações no tempo

