



Vidas alheias e riquezas salvar!



PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS

***Conceitos básicos e fatores que influenciam os
incêndios florestais***

Cap BM Francisco Carlos Santos de **Freitas Filho**

RIO BRANCO
2024



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ACRE



FOGO E HUMANIDADE

FOGO SOB CONTROLE





CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ACRE



FOGO E A HUMANIDADE

FOGO DESCONTROLADO





CONCEITOS BÁSICOS DEFINIÇÕES

Incêndio Florestal: é o **fogo fora do controle** que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo ser tanto provocado pelo homem ou por causa natural, bem como em área explorada ou de vegetação nativa.

Queimada: é um termo que se refere a uma antiga prática agropastoril ou florestal que utiliza o fogo de forma planejada para viabilizar a agricultura, renovar as pastagens, realizar manejo de combustível, prevenção e combate a incêndios, dentre outros.

Queima Controlada (ou prescrita): prática rural que utiliza o fogo para fins agropastoris, deve adotar **medidas de prevenção** para o controle do fogo e ter prévia **autorização do órgão ambiental componente do Sisnama** para queima de uma **área predeterminada**.

Queima técnica*: é a utilização do fogo com base técnica, sob específicas condições meteorológicas, de combustível florestal e de topografia, para obter **objetivos educativos, técnicos, experimentais, operacionais (controle de incêndios florestais) e ecológicos**.



DEFINIÇÕES

Foco de Calor: é um dado capturado pelos satélites de monitoramento, em que os seus sensores registram a detecção de pontos quentes (Temperatura > 47°C) na superfície da Terra (área mínima (30 x 1) m²).

Combate ou supressão: Extinção dos focos de incêndios e rescaldo.



CONCEITOS BÁSICOS

O TRIÂNGULO DO FOGO

O fogo somente ocorre quando, no ambiente, quando temos a presença de três **elementos**, o calor, o comburente e o combustível, os quais são chamados triângulo do fogo. Veja abaixo a definição de cada um deles:

Calor: é tecnicamente denominado energia de ativação.

Combustível: é todo e qualquer material suscetível à combustão.

Comburente: é a substância capaz de reagir com os produtos combustíveis para transformar em energia.



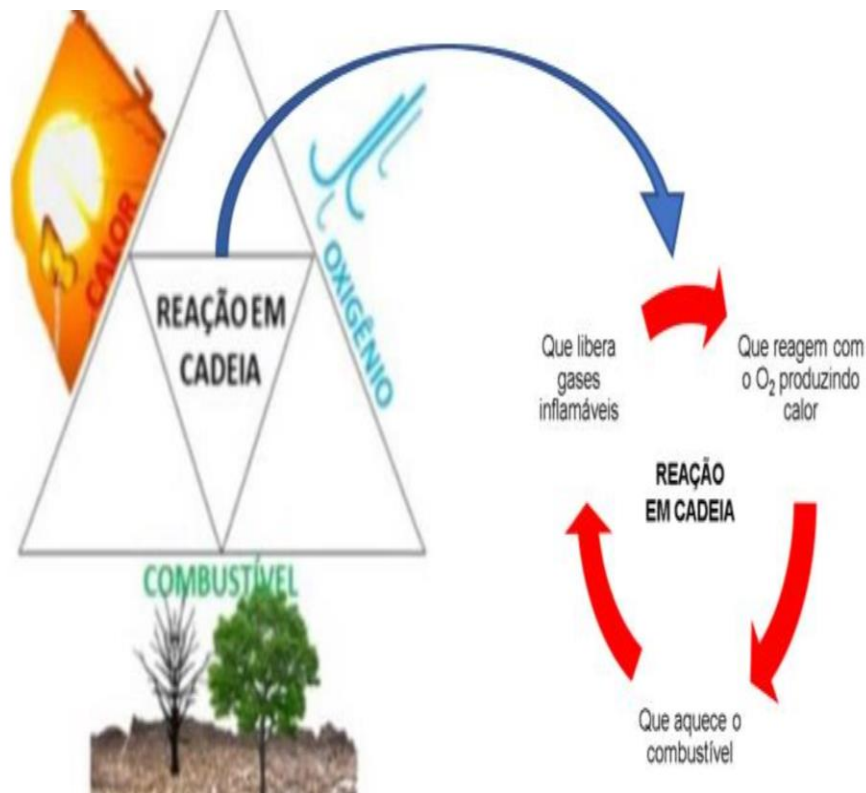
Triângulo do Fogo
Fonte: MJSP/2021



CONCEITOS BÁSICOS

FENÔMENO DO FOGO

Os 03 (três) elementos fundamentais (combustível, oxigênio e calor), combinados à reação em cadeia, formam o “tetraedro do fogo”. Se retirar qualquer um destes elementos, ou mesmo reduzi-los a determinados níveis, o processo de combustão se torna inviável.



Tetraedro do fogo
Fonte: CBMMT



Pontos de Temperatura

Ponto de fulgor: é a temperatura mínima em que o **combustível começa a liberar gases** que, em contato com uma **fonte externa de calor**, se inflamam. Todavia, o calor resultante da reação desta queima não é suficiente para manter a reação sem uma fonte externa de calor, devido à insuficiência dos gases desprendidos a esta temperatura.

Ponto de combustão: é a temperatura mínima na qual os gases desprendidos do combustível, em **contato com uma fonte externa de calor**, entram em combustão e assim **permanecem** mesmo após a retirada da fonte externa de calor, ou seja, a quantidade de gases inflamáveis liberados pelo combustível em contato com o gás oxigênio emite calor suficiente para manter a combustão.

Ponto de ignição: é a temperatura mínima que os gases liberados do combustível entram em combustão, apenas pelo contato com o O_2 , independente de fonte externa de calor. A temperatura de ignição, ponto no qual o combustível exposto ao ar, **entra em combustão sem que haja fonte externa de calor**, na maioria dos materiais florestais está entre 260 e 400°C.



CONCEITOS BÁSICOS

COMBUSTÃO: É uma reação química exotérmica entre um combustível e um comburente, onde os gases resultantes da mistura destes, se inflamam, apresentando um desprendimento de energia, que se manifesta sob a forma de luz e calor. São fases da combustão:

a) Pré-Aquecimento: O material é **secado, aquecido e parcialmente destilado**, porém não existem chamas. O calor **elimina o vapor d'água** e continua aquecendo o combustível até sua temperatura de ignição (entre 250 a 400°C para a maioria dos combustíveis florestais).





CONCEITOS BÁSICOS

COMBUSTÃO: É uma reação química exotérmica entre um combustível e um comburente, onde os gases resultantes da mistura destes, se inflamam, apresentando um desprendimento de energia, que se manifesta sob a forma de luz e calor. São fases da combustão:

b) Gasosa ou combustão gasosa: Os gases destilados na primeira fase entram em combustão (**surgimento de chamas**), produzindo altas temperaturas, que podem atingir cerca de 1.250°C . Importante lembrar que nesta fase apenas os gases estão queimando, o combustível ainda não e o volume de gás liberado interfere diretamente no tamanho das chamas.





CONCEITOS BÁSICOS

COMBUSTÃO: É uma reação química exotérmica entre um combustível e um comburente, onde os gases resultantes da mistura destes, se inflamam, apresentando um desprendimento de energia, que se manifesta sob a forma de luz e calor. São fases da combustão:

c) Sólida, de carbonização ou de incandescência: Nesta fase o combustível (**carvão**) é consumido, restando apenas cinzas. O **calor gerado é intenso**, mas praticamente **não existem chamas e nem fumaça**.





CONCEITOS BÁSICOS



Fases da combustão

Fonte: CBMMT



FORMAS DE PROPAGAÇÃO DOS INCÊNDIOS

Condução: é a transferência do calor em corpos sólidos, de molécula a molécula, sem que haja a transferência de matéria durante o processo. Pode ser facilmente entendido observando a ponta de barra de ferro ficar quente quando a outra extremidade é exposta a uma fonte de calor.

Convecção: é a transferência de calor por meio do movimento circular **ascendente** de massas de ar aquecida.

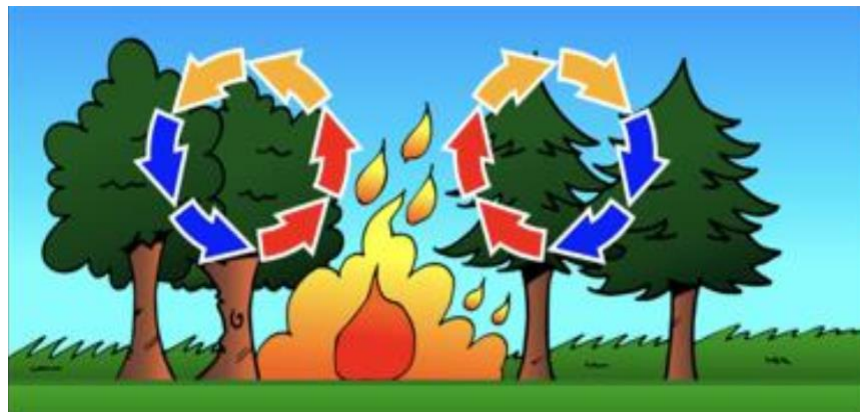
Radiação: é a transferência de calor por ondas eletromagnéticas sem que haja a necessidade da presença de matéria (sólida, líquida ou gasosa). Essas ondas ocorrem em todas as direções.



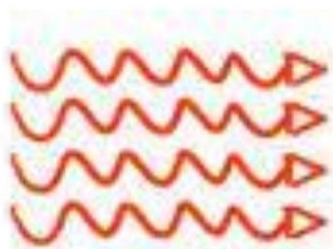
PROPAGAÇÃO



Condução



Convecção



Radiação



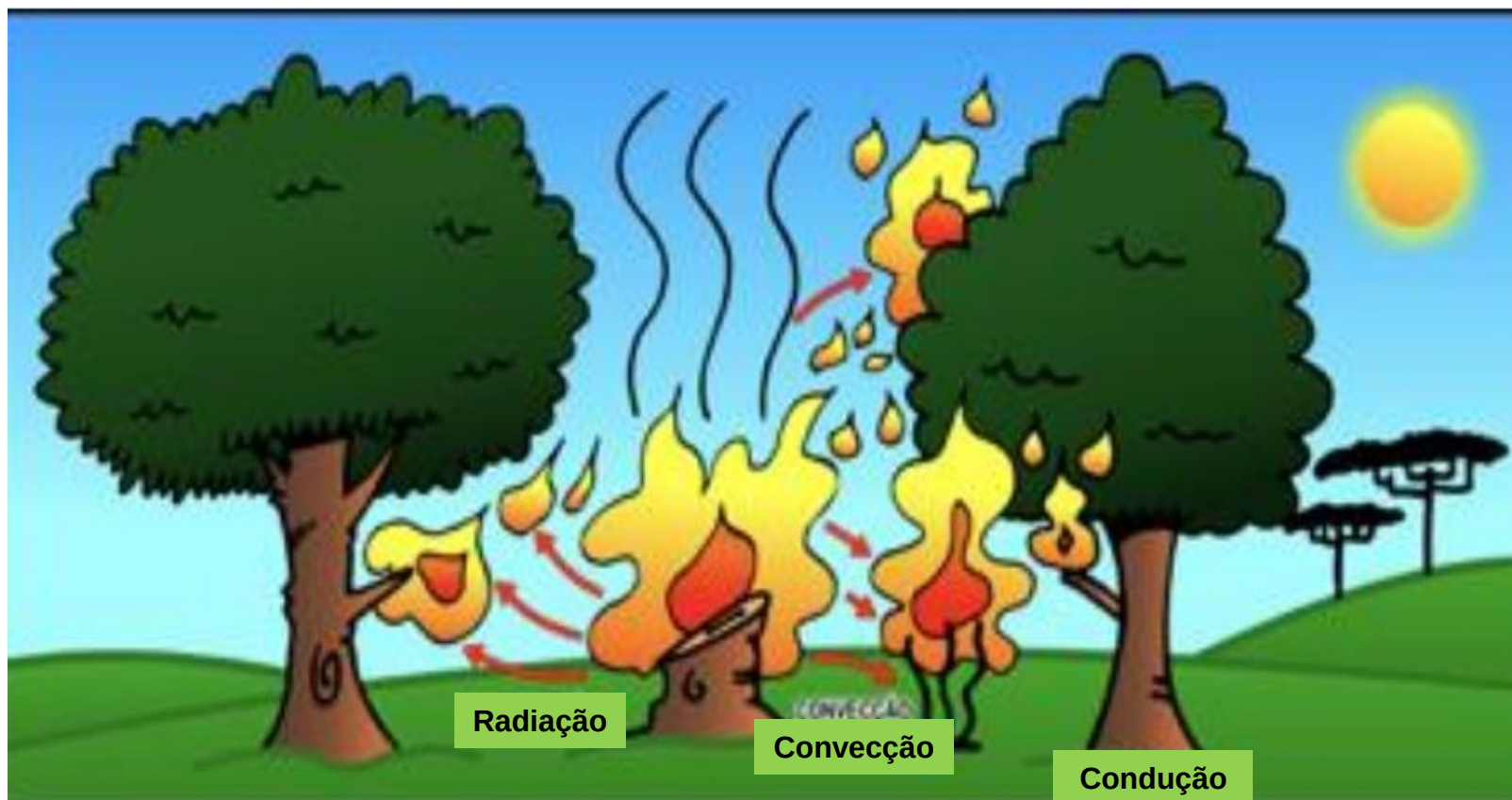
PROPAGAÇÃO





PROPAGAÇÃO

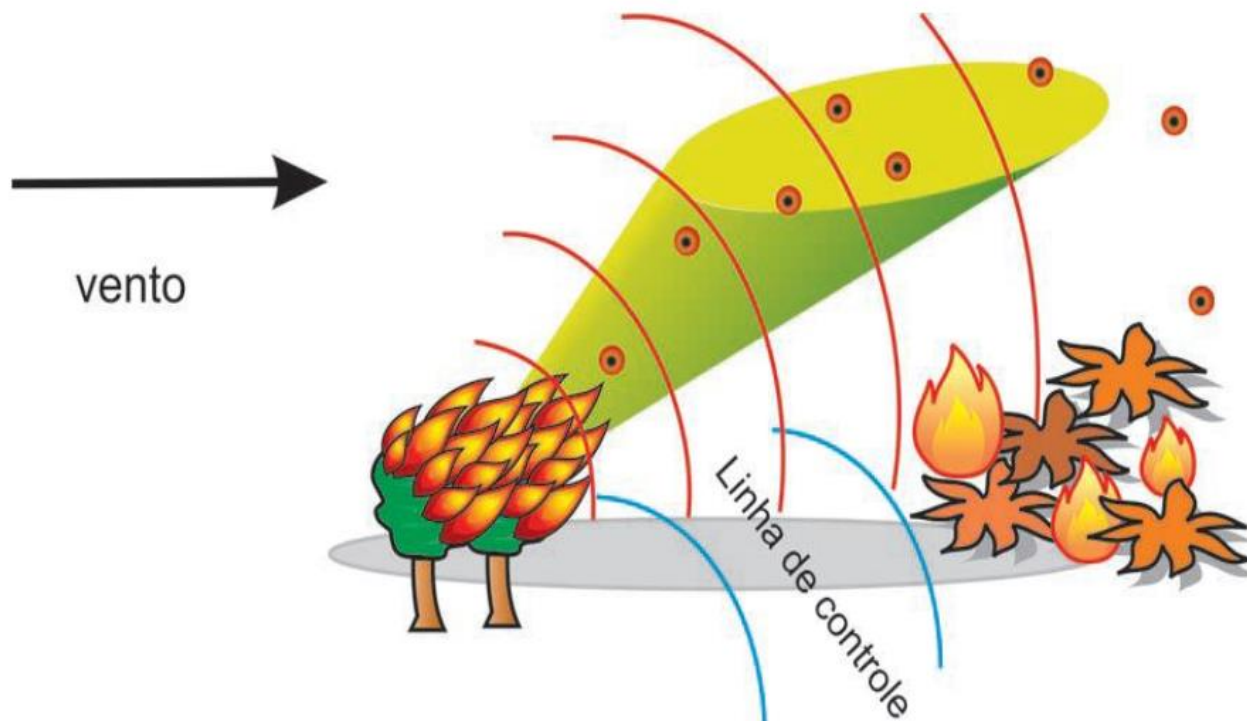
Os três métodos de propagação de calor geralmente atuam simultaneamente nos incêndios florestais.





PROPAGAÇÃO

Deslocamento de corpos inflamados: Os incêndios florestais podem se propagar por meio da queda ou deslocamento de materiais (ou animais) que estão queimando, o que pode provocar novos focos de incêndio, inclusive “saltando” grandes aceiros (naturais ou artificiais).





MÉTODOS DE EXTINÇÃO

Os principais métodos de extinção de um incêndio florestal são: resfriamento, abafamento, quebra da reação em cadeia e a retirada do material combustível.

Resfriamento: consiste em reduzir a temperatura do material em combustão, inibindo a transferência do calor. Ex.: água aplicada sobre o fogo.

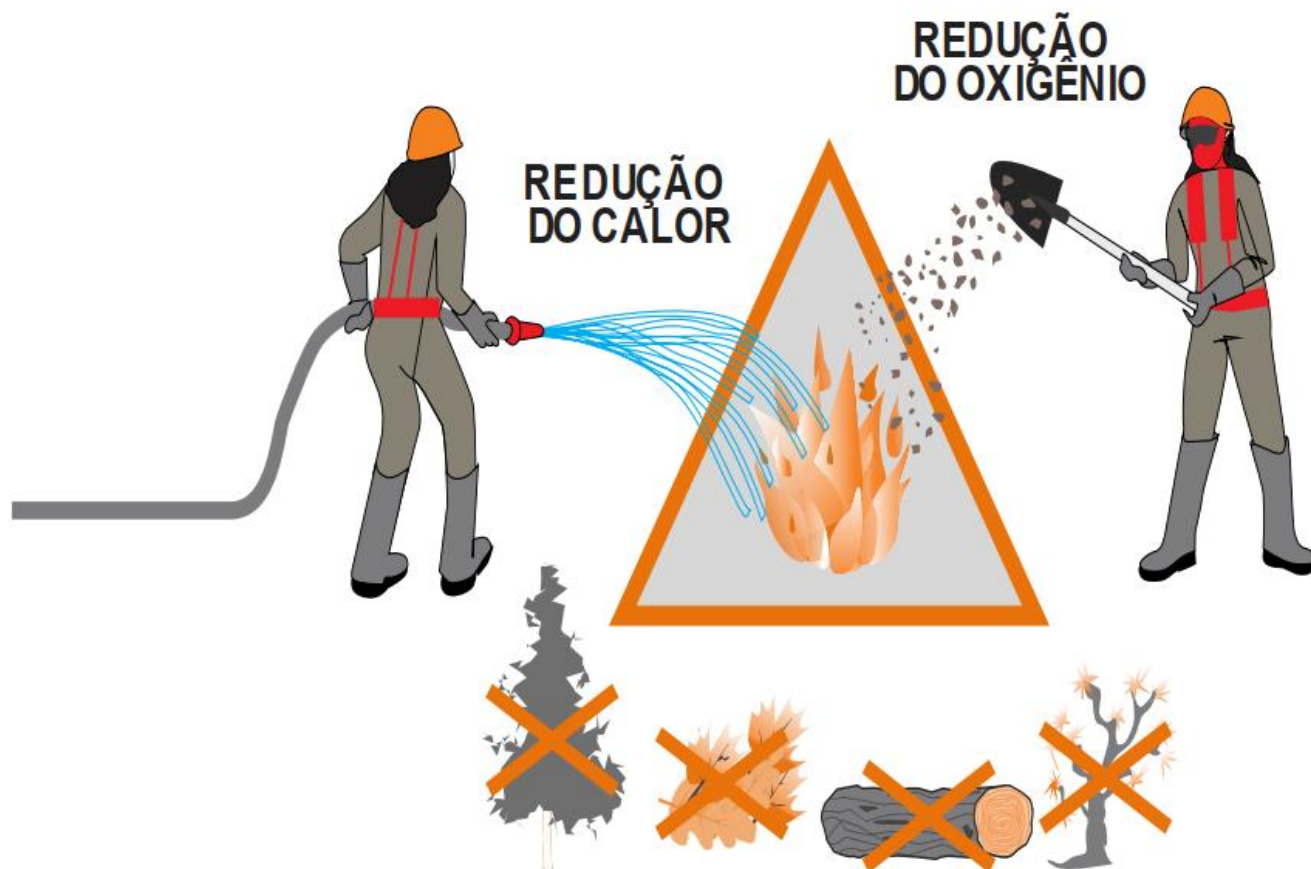
Abafamento: consiste em cessar/inibir a oferta do comburente. Ex.: utilização de abafadores e/ou batedores.

Retirada do material combustível (isolamento): objetiva retirar/afastar o material combustível que se encontra próximo ao incêndio ou em direção a este. Ex.: construção de aceiros/linhas de defesa.

Quebra da reação química em cadeia: interferência direta na combinação dos gases quentes e inflamáveis com o comburente. Ex.: utilização de produtos químicos aplicados no combustível.



MÉTODOS DE EXTINÇÃO





MÉTODOS DE EXTINÇÃO





Partes de um incêndio florestal

À medida que o fogo evolui o perímetro do incêndio passa de uma linha (ou um ponto) para uma superfície de chamas (formando uma área). Desse modo, para não haver confusão entre os combatentes, um incêndio se divide nas seguintes partes:

- **Frente principal ou cabeça:** Zona onde o incêndio se propaga com maior intensidade, de acordo com o vento;
- **Região posterior/colo/cauda/retaguarda:** Zona oposta à frente principal, onde o incêndio assume menor intensidade, ainda que possa progredir nessa direção;
- **Flancos:** Parte lateral entre a frente principal e a retaguarda (Flanco esquerdo e Flanco direito);
- **Dedo:** Saliência num flanco, onde o incêndio se propaga com maior velocidade em relação ao flanco como um todo;
- **Bolsa:** Área entre um flanco e um dedo;
- **Ilha:** Área não afetada (não queimada) situada no interior do perímetro do incêndio;
- **Foco secundário:** Ponto exterior ao perímetro do incêndio, em que se iniciou a ignição de um novo foco;
- **Área queimada/Black:** Corresponde a toda área queimada no interior do perímetro do incêndio.



Partes de um incêndio florestal

Zona de confusão: Chama-se zona de confusão a área no entorno do ponto de origem do incêndio, cuja vegetação é queimada por chamas de baixa convecção e radiação, que circunscreve o início do incêndio florestal momentos antes da formação da frente, retaguarda e flancos do incêndio. (PREVFOGO, IBAMA, 2010).



Partes de um incêndio florestal





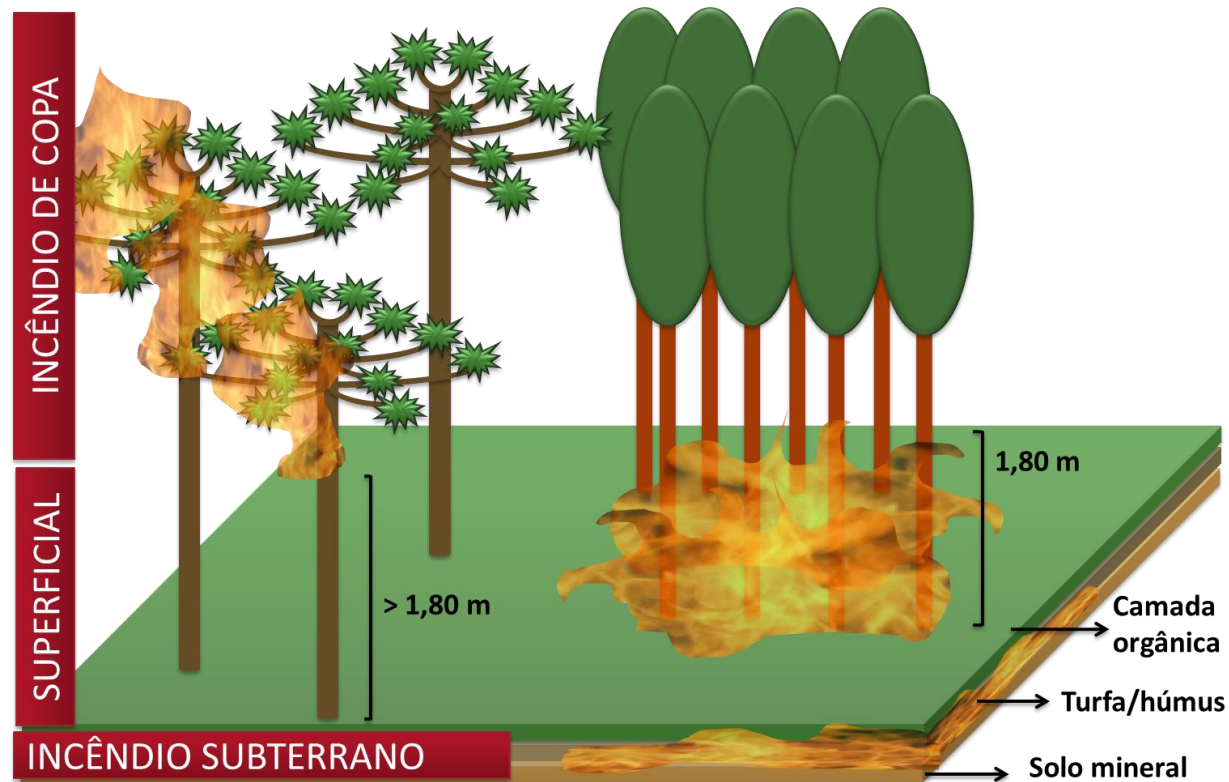
Partes de um incêndio florestal





Classificação dos incêndios florestais

Os tipos serão definidos levando em consideração o estrato do combustível envolvido no processo de combustão. Então serão classificados em incêndio de superfície, subterrâneo e de copa.





Classificação dos incêndios florestais

Incêndios de Superfície: São aqueles que se desenvolvem consumindo o combustível sobre o solo, queimando pastos e ervas, esteja esse combustível vivo ou morto. Consideraremos como incêndio de superfície os que se desenvolvem desde a superfície do solo **até a altura de 1,80m** do extrato do combustível.

Características:

- Propagação relativamente rápida;
- Abundância de chamas;
- Muito calor;
- Geralmente, são mais fáceis de combater que os outros;
- Dão origem aos outros tipos de incêndios.



Classificação dos incêndios florestais





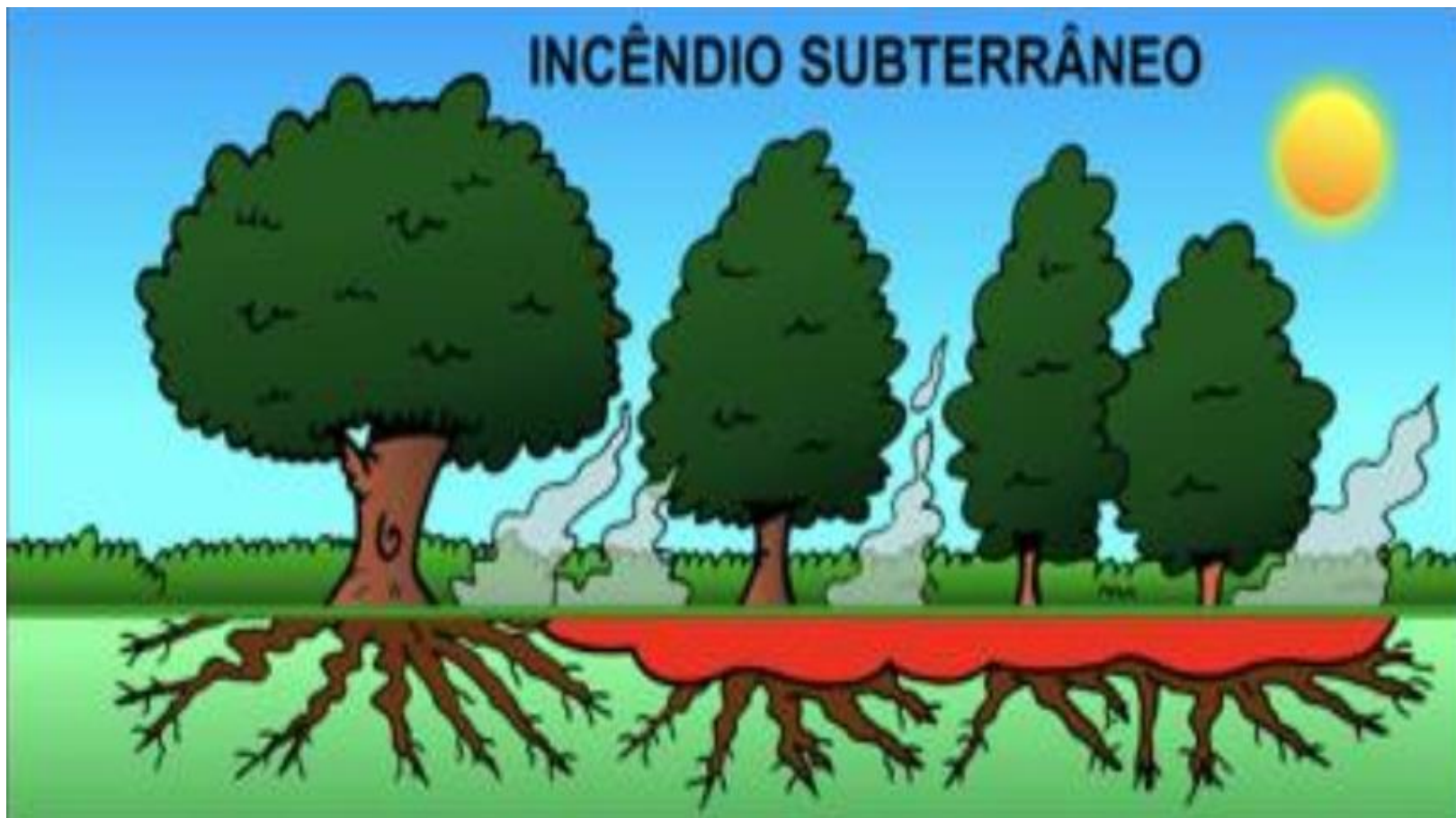
Classificação dos incêndios florestais

Incêndio Subterrâneo: São os que se propagam através das camadas de húmus ou turfa que existem abaixo da superfície do solo. Esse tipo de incêndio ocorre com maior frequência em locais com maior acumulação de húmus e em terrenos alagadiços (brejos, pântanos etc.). Porém à medida que esse material vai secando, haverá formação de considerável camada de turfa abaixo do solo, com uma textura fina e relativamente compactada.

- Devido ao seu isolamento com a camada atmosférica (pouco oxigênio disponível) o fogo nesse tipo de incêndio se propaga com maior lentidão;
- Sem presença de chamas;
- Geralmente com pouca fumaça;
- Difícil detecção;
- Intensidade de calor elevada;
- Causam a morte das raízes;
- É o menos comum no país, sendo mais frequente nos Cerrados.



Classificação dos incêndios florestais





Classificação dos incêndios florestais

Incêndio Aéreo ou de Copa: São os tipos de incêndios onde a propagação do fogo se dá pelas copas das árvores. Para caracterizá-lo melhor, dizemos que ocorre no estrato combustível **acima de 1,80m**. Para que o incêndio se propague pelas copas das árvores é necessário que a floresta seja densa, que sua folhagem seja inflamável e haja vento para transportar o fogo através das copas. São assim classificados independentemente de o fogo ser superficial.

Características:

- Toda folhagem do estrato arbóreo é consumido pelo fogo;
- Libera grande quantidade de calor;
- Em sua grande maioria são originados por incêndios de superfície (com exceção à queda de raios, a qual pode originar-se a partir das copas);
- Favorecido pela continuidade vertical do material combustível;
- Também é favorecido em locais de grande inclinação através das correntes de convecção;
- O combate é extremamente difícil e deve haver uma combinação de métodos e ações terrestres e aéreas, nos casos mais complexos (que será tema tratado mais à frente desde manual).



Classificação dos incêndios florestais





Triângulo do Incêndio Florestal

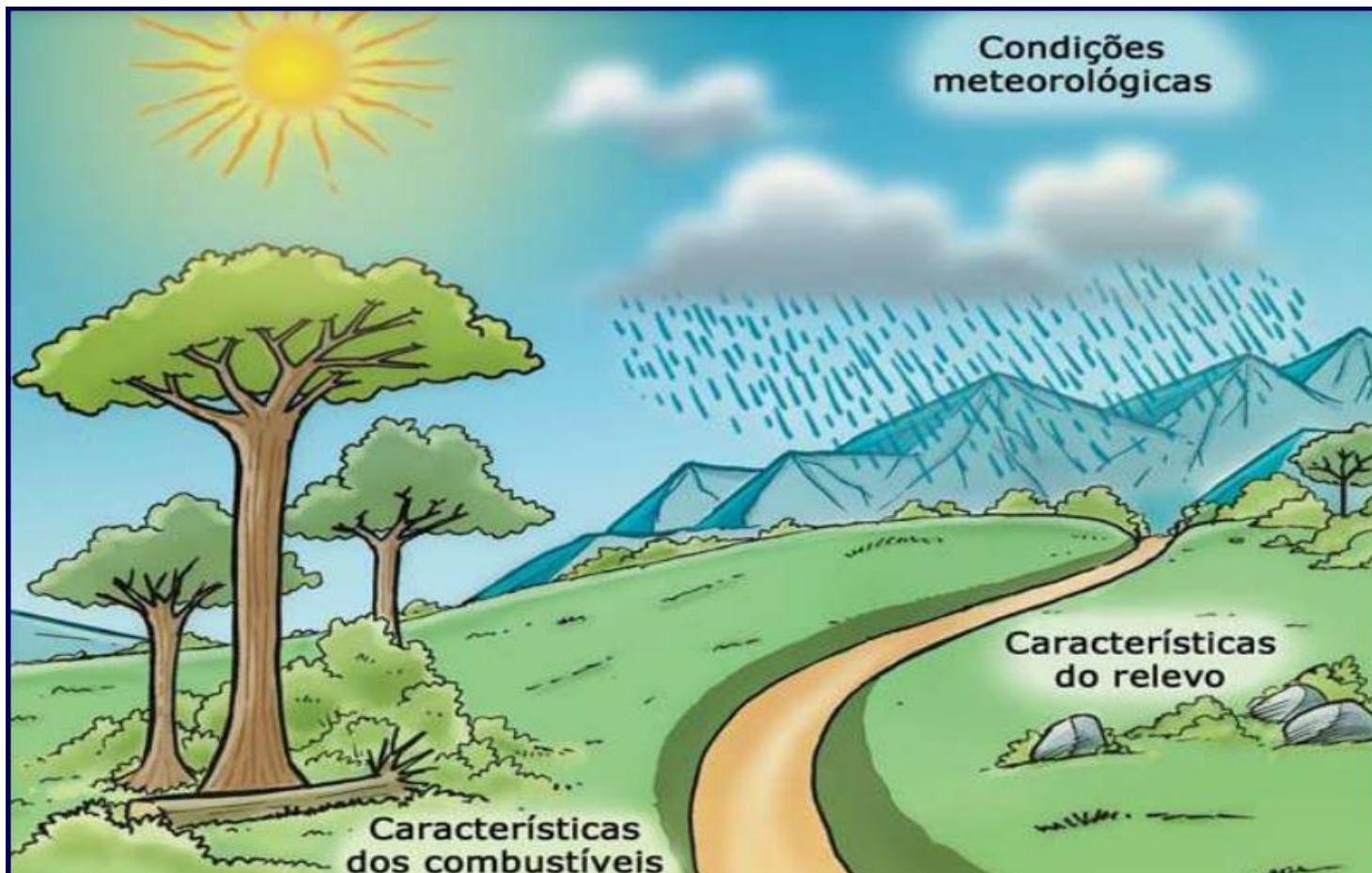
Fatores que influenciam o IF





TRIÂNGULO DO INCÊNDIO FLORESTAL

Fatores que influenciam o IF





CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ACRE



1. TOPOGRAFIA



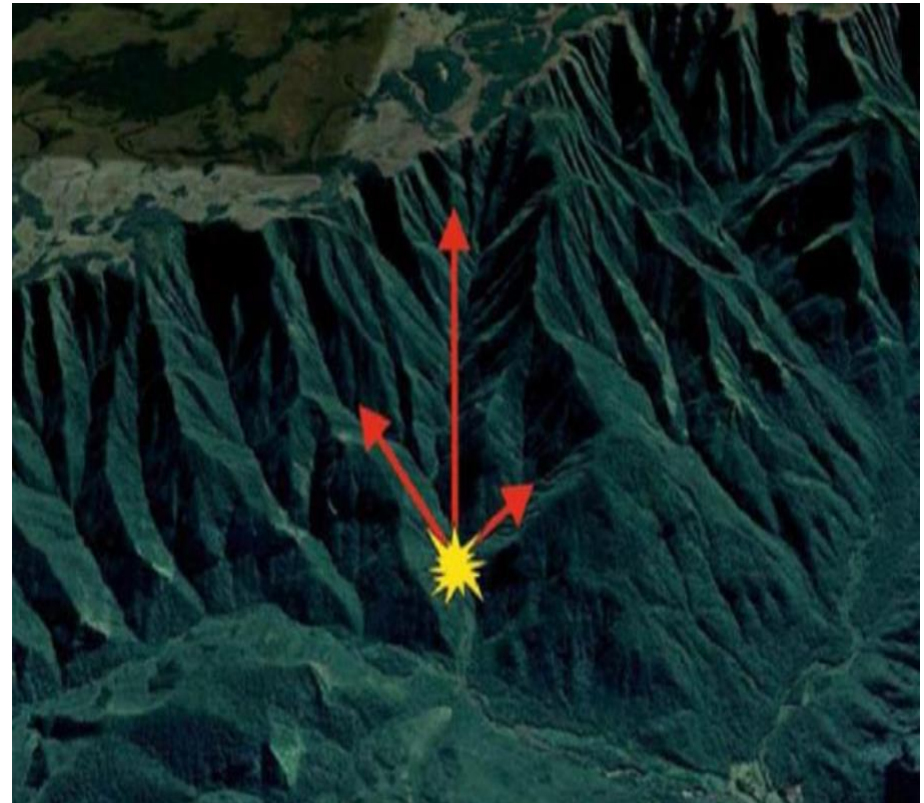


1. TOPOGRAFIA

EXPOSIÇÃO

As formas do terreno determinam o grau de exposição da área às influências dos fatores climáticos:

- Numa colina onde há sombra, a temperatura é menor do que onde o sol bate;
- O vento nos vales, em condições normais, é menos intenso que nas serras, morros, picos, colinas, etc.





1. TOPOGRAFIA

GRAU DE INCLINAÇÃO

– Quanto mais ígreme o terreno, mais rápida a propagação do fogo morro acima e mais lenta morro abaixo. Por quê?

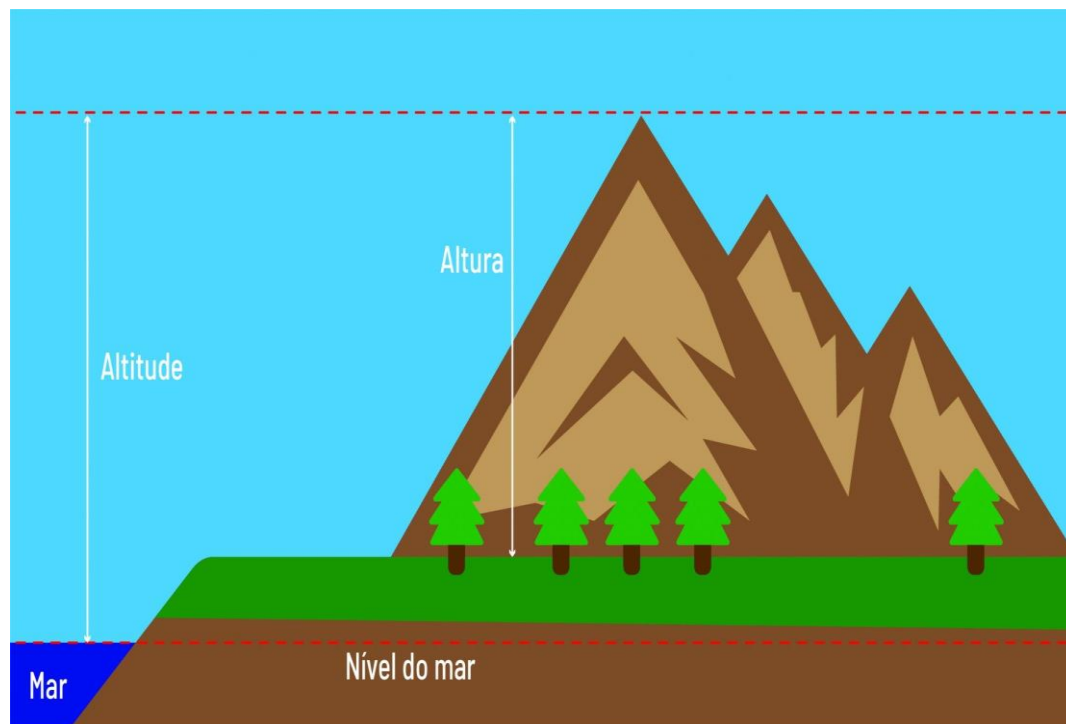




1. TOPOGRAFIA

ALTITUDE (ELEVAÇÃO)

— Altas elevações na superfície da terra apresentam ar mais rarefeito e temperaturas mais baixas. Baixas elevações possuem a tendência de apresentar estações de risco de incêndio mais longas do que altas elevações.





2. COMBUSTÍVEL

- Umidade
- Tamanho
- Quantidade
- Arranjo
(compacidade, tipo de floresta, quantidade, continuidade, relação superfície-volume)





2. COMBUSTÍVEL

- Umidade
- Tamanho
- Quantidade
- Arranjo
(compacidade, tipo de floresta, quantidade, continuidade, relação superfície-volume)





2. COMBUSTÍVEL

UMIDADE

Representa a quantidade de água que o combustível (vivo e morto) contém num determinado instante. Quanto menor a umidade do combustível, menor será seu período de pré-aquecimento e mais rapidamente o incêndio se propagará.

Sendo assim a umidade tem influência direta no processo de combustão, pois ela afeta a temperatura de inflamabilidade da vegetação, pois quanto mais umidade conter o combustível maior é a energia necessária para vaporizar a água existente nele e, com isso, reduz a quantidade de calor disponível para a combustão.



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ACRE



2. COMBUSTÍVEL

UMIDADE





2. COMBUSTÍVEL

TAMANHO

O tamanho tem, também, grande influência no comportamento e propagação de um incêndio, pois é possível verificar que quanto maior o diâmetro do material lenhoso, maior é sua capacidade de reter umidade.

Já combustíveis menores perdem umidade com maior facilidade, ardem mais rapidamente e são mais suscetíveis a uma queima rápida. De modo que quanto maior for o volume de combustíveis leves, mais rápida será a propagação e maior a intensidade do incêndio.



2. COMBUSTÍVEL

TAMANHO





2. COMBUSTÍVEL

QUANTIDADE

Quanto maior a quantidade e mais volumoso é o material combustível maior é a dificuldade de controle do incêndio, pois além de aumentar a produção de calor e o comprimento das chamas, há uma enorme dificuldade operacional de quebrar a sua continuidade para abertura de linhas de defesa durante o incêndio florestal.



2. COMBUSTÍVEL

QUANTIDADE





2. COMBUSTÍVEL

ARRANJO OU DISPOSIÇÃO

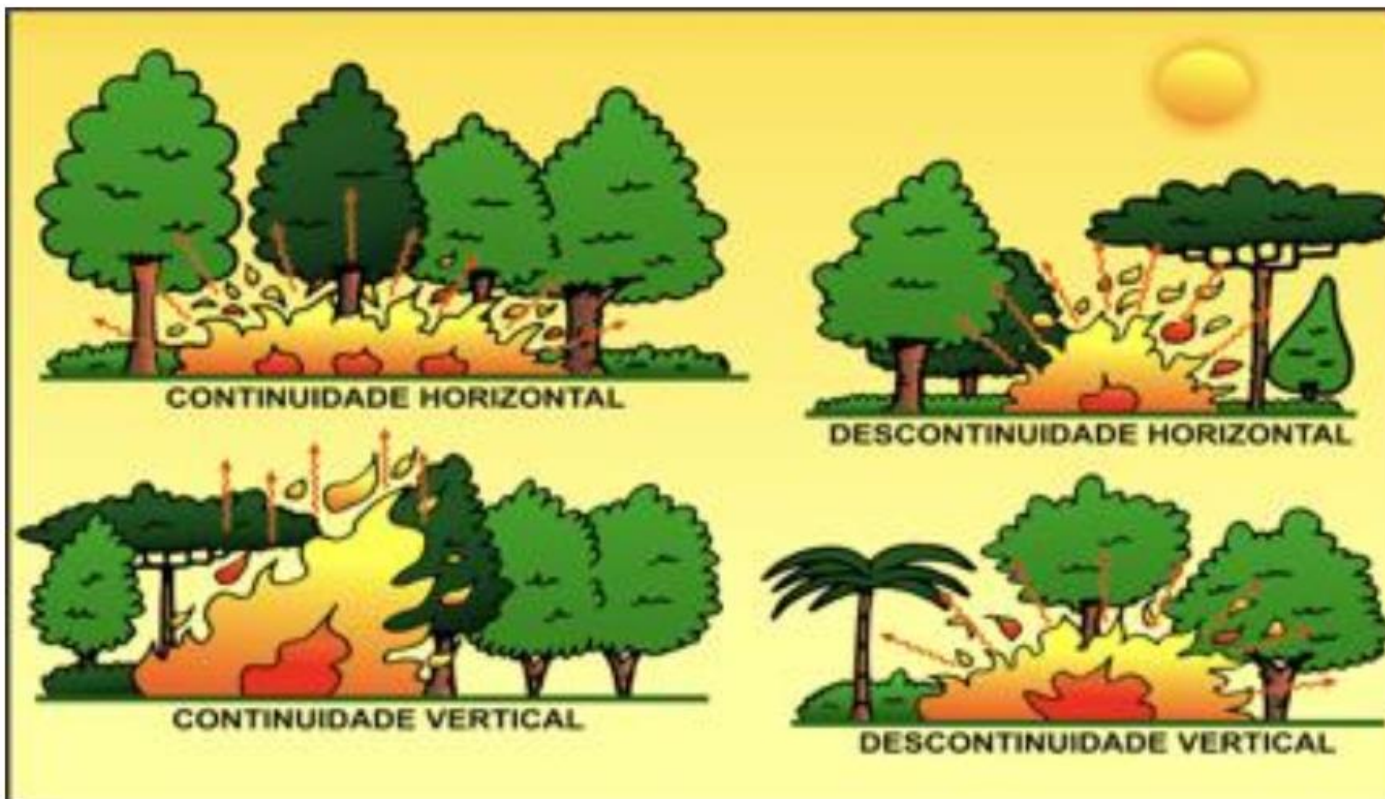
Continuidade

Define-se continuidade pela disposição de material combustível na linha do solo, ou seja, horizontalmente ou em direção a copa das árvores, neste caso, vertical. Não há necessidade do contato direto entre os combustíveis, bastando estar próximo, na área de combustão do material contíguo.

A combinação da disposição contínua horizontal com a disposição contínua vertical, tem relevante influência na propagação dos incêndios. Ocorrendo descontinuidade vertical os incêndios de copa serão dispersos. Ocorrendo descontinuidade horizontal os incêndios não deverão se propagar.



2. COMBUSTÍVEL





2. COMBUSTÍVEL

ARRANJO OU DISPOSIÇÃO

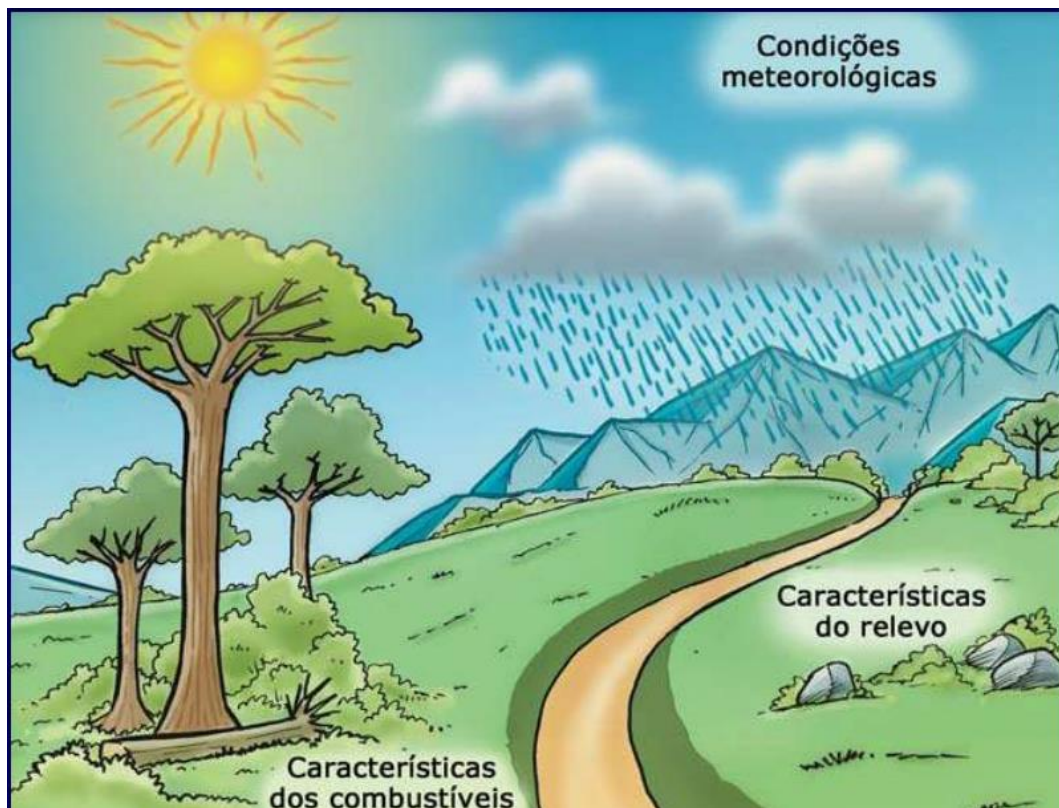
Compactação

A **compactação** é analisada individualmente por combustível, onde se observa a massa de um determinado combustível pelo volume (densidade), sendo a compactação inversamente proporcional ao potencial de propagação do fogo. No entanto, os combustíveis mais compactos, depois que entram em ignição, queimam lentamente, devido à sua compactação e disponibilidade de matéria, o que favorece a manutenção, podendo proporcionar a reignição de incêndios, pois permanecem produzindo chamas ou partículas incandescentes até o consumo total da matéria. Estes combustíveis (compactos) devem ter atenção redobrada durante as etapas de vigilância e rescaldo do incêndio.



3. FATORES METEOROLÓGICOS

- Temperatura
- Vento
- Umidade relativa do ar
- Precipitação





3. FATORES METEOROLÓGICOS

TEMPERATURA

Influencia diretamente na combustão e propagação dos incêndios, porque a temperatura de ignição depende da própria temperatura inicial do combustível e da temperatura do ar em volta dele. A temperatura age também sobre os outros fatores que atuam na propagação do fogo, como os ventos e a estabilidade atmosférica.



3. FATORES METEOROLÓGICOS

UMIDADE RELATIVA DO AR

Teor da umidade do material combustível em floresta é controlado, em grande parte, pela umidade atmosférica. A umidade relativa do ar é também um elemento importante na avaliação do grau de dificuldade de combate aos incêndios, quando a umidade relativa do ar desce ao nível de 30% ou menos se torna extremamente difícil combater um incêndio.



3. FATORES METEOROLÓGICOS

VENTO

Juntamente com a umidade relativa do ar, o vento é considerado a variável mais importante na propagação dos Incêndios Florestais. Quanto mais forte o vento, mais fácil o fogo se espalha, isto é, maior velocidade de propagação ele tenderá a apresentar (sem falar que o vento fornece oxigênio contínuo ao processo de combustão).

O vento também interage com a coluna de convecção e isso acaba por espalhar fagulhas e mais materiais incandescentes, dando origem a outros focos de incêndio. Ele também desloca o ar úmido do interior das florestas e isso favorece ainda mais a secagem do material combustível.



3. FATORES METEOROLÓGICOS

PRECIPITAÇÃO

É a quantidade de umidade que cai da atmosfera podendo ser na forma de chuva, de orvalho, de névoa ou de neblina. As precipitações são importantes porque umedecem a vegetação, revertendo o processo de secagem progressiva causando por grandes períodos de estiagem.

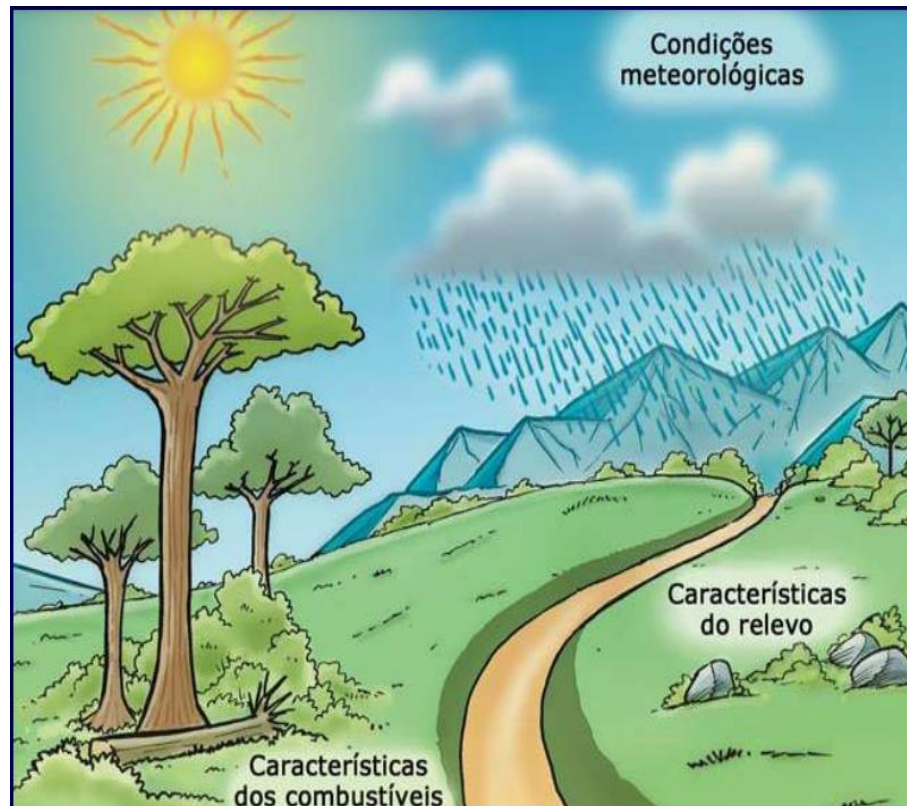
As condições de inflamabilidade podem ser revertidas pelas chuvas e o contrário, pois em longos períodos de estiagem aumentam o potencial de propagação, dado que ocorre a secagem progressiva do material morto, o que afeta o teor de umidade da vegetação verde, com isso aumenta a probabilidade de ignição e a facilidade de propagação do incêndio.



3. FATORES METEOROLÓGICOS

Triplo 30

Ocorre quando as condições meteorológicas apontam temperatura $> 30^{\circ}\text{C}$, URA $< 30\%$ e vento com velocidade $> 30\text{km/h}$. Nesses casos, o controle do incêndio torna-se crítico, elevando os riscos e exigindo uma logística de combate mais robusta.





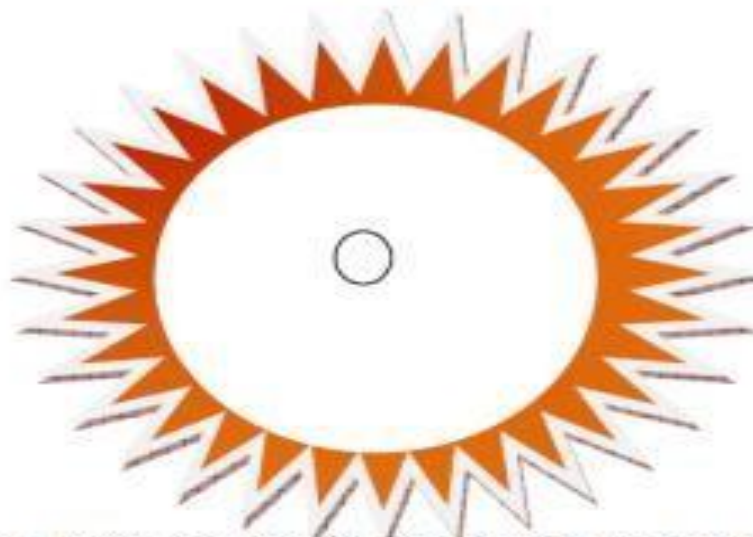
EVOLUÇÃO E FORMA DOS INCÊNDIOS

Inicialmente, o incêndio tende a se propagar para todos os lados de formando uma cerca com característica circular (Figura 14). O vento é considerado o principal elemento que dá forma e direção de propagação da maioria dos incêndios. Outros elementos também influenciam, dentre eles os combustíveis e a topografia.



FORMA DOS INCÊNDIOS

Circular

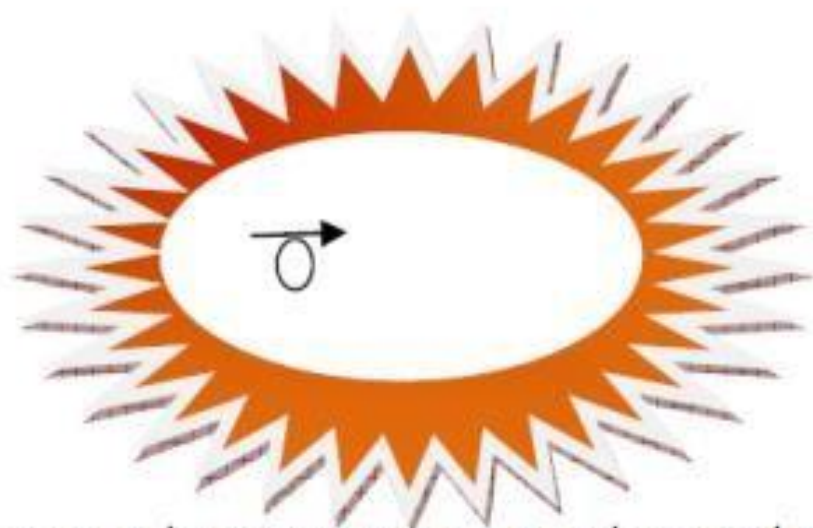


Ocorre no início do incêndio desde que o arranjo e o combustível permitam e não haja vento



FORMA DOS INCÊNDIOS

Elíptico

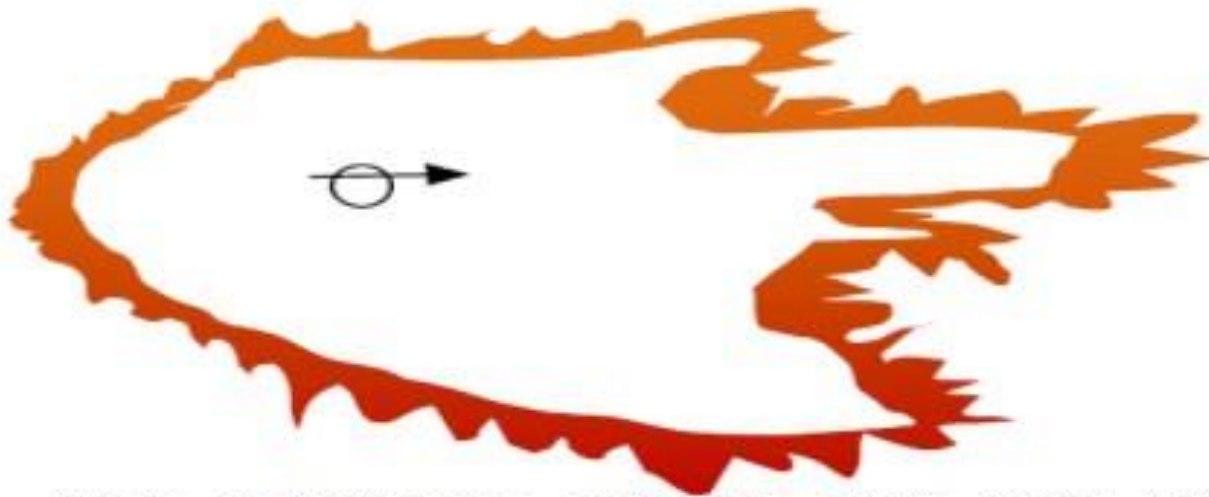


Toma esta forma quando começa a ventar e a cabeça se alarga a favor do vento.



FORMA DOS INCÊNDIOS

Irregular



Ocorre em locais onde a continuidade, arranjo, volume umidade e barreiras interfiram no deslocamento do incêndio.



FORMA DOS INCÊNDIOS

Linear

Ocorre em terreno plano ou em encostas, onde não existam barreiras ou ainda que haja uniformidade no arranjo e tipo de combustível





FLORESTAL!