

Detecção de Foco de Incêndio Subterrâneo em Turfa por Câmera Portátil Termal

André Matos Pinto Cota^{1,2}
Gustavo Macedo de Mello Baptista²

¹Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal - CBMDF
70610-200 - Brasília - DF, Brasil
andrempcota@gmail.com

²Universidade de Brasília – UnB/IG
Caixa Postal 4465 - 70910-90 - Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - Brasília -
DF, Brasil
gmbaptista@unb.br

Abstract. The underground peat fires occur in the region of swamps in the Cerrado Biome of the Distrito Federal in the dry season, usually starting after a surface fire and being extremely devastating to the local ecosystem and especially to the soil. Often they sterilize the soil. Its severity can become so great that if not controlled quickly the fires can burn until the dry season ends and the first rains put them out. The detection of fire outbreaks of this type are not easy to see in the visible spectrum, because they occur in the subsoil, and to walk on shaky ground, with fire under the feet to identify outbreaks is not safe. So we used a radiometer that operates in the long thermal infrared to observe its efficiency in detecting outbreaks in a real fire event that occurred in an Environmental Protection Area. Pictures in the soil after the control of the surface fire and aerial images on the following morning were obtained. It was observed that there is a clear identification of foci with behavior patterns of firing equal to experiments conducted by other researchers as well as to generate aerial images allow quick recognition for teams fighting on the ground. The use of thermal sensor enables rapid detection, thus providing the combat teams quick action to extinguish the fire.

Palavra-Chave: soil, burn, extinguish, images, solo, queima, extinção, imagens.

1. Introdução

Os incêndios subterrâneos em turfa queimam verticalmente e depois lateralmente. O processo da queima é mais intenso no subsolo do que na superfície já que o oxigênio disponível no interior do solo é maior que no perfil mais próximo da superfície devido o produto da queima inferior subir e ocupar o espaço do oxigênio na superfície (CHISTJAKOV, 1983).

Esses incêndios se propagam lentamente, sem chamas e causam severos danos físicos, químico e biológicos ao solo, podendo ocorrer em pequena ou grande proporção vindo até a destruir uma floresta inteira. A queima lenta e prolongada destrói raízes e sementes e gera uma enorme perda de biomassa em uma camada de solo. São incêndios que são difíceis de extinguir sem que haja chuvas fortes ou atendimento do Corpo de Bombeiro (REIN, 2008).

Rein (2008) realizou um ensaio no qual foram queimadas 25 amostras de turfa, com diferentes índices de umidade em uma caixa de 100 mm x 100 mm x 100 mm. A caixa foi preenchida com o material até uma altura de 50 mm e foram colocados 5 medidores de temperatura para avaliar a temperatura da turfa durante a queima, a severidade da ignição e a taxa de propagação.

Os experimentos mostraram que não houve ignição no material que possuía umidade maior que 35% e que nas queimas que a umidade variou entre 15 e 35% a propagação não passou dos 40 mm do ponto de ignição se extinguindo em 30 min e a temperatura não passou dos 450° C na região de combustão.

As temperaturas mais altas registradas variaram entre 400° C à 670° C, sendo a mais alta em contato com o material gerador da ignição e em nenhuma área adjacente a ignição se registrou uma temperatura superior a 80° C e nas regiões próximas ao ponto de combustão, após terem sido queimadas não apresentaram temperatura superior a 100° C.

Usup, (2004) realizou um experimento na floresta de turfas na região de Kilimatanda Malásia, ao longo da rodovia Kiliman durante a estiagem do ano de 2002. Foram escolhidos nove pontos que variam de 1 a 30 km de distancia entre um e outro.

Foram usados sensores para medir a temperatura as profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm. Foi usada uma fonte externa para atingir a temperatura de 500° C como ignição. O experimento mostrou que a temperatura de volatilização do combustível variou de 256° C à 277° C conforme esperado pelo autor, já que Babraukas (2003 apud USUP, 2004) descreve que a temperatura de volatilização da turfa da região ocorre entre 210° C à 270° C. A temperatura de ignição variou entre 340° C à 369° C. Roberts (1970 apud USUP, 2004) menciona em seu estudo que essa temperatura variaria entre 280° C à 500° C, ou seja, dentro do esperado.

O presente estudo visa testar a eficiência da utilização de câmeras termais na detecção de focos de incêndio em turfeiras existentes na Área de Proteção Ambiental – APA Gama – Cabeça de Veado.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo foi escolhida de acordo com o acontecimento de um incêndio subterrâneo em turfa no dia 12 de setembro de 2014, nas proximidades da Quadra 18/20 da região administrativa do Park Way, dentro da Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado, que se iniciou como um incêndio florestal superficial e que desencadeou o subterrâneo.

2.2 Material

Utilizou-se um radiômetro modelo T4MAX *Thermal Imager* da Bullard, 320x240 pixel, não refrigerado e opera no espectro infravermelho de 7,5 µm – 14 µm para geração das imagens. O GPS Garmin, modelo 76CSx foi utilizado para identificar as coordenadas geográficas dos focos de incêndios subterrâneos, além de uma câmera digital Sony modelo DSC-W390, 14.1 megapixel. As imagens aéreas foram feitas a partir de um helicóptero modelo EC 135 da Airbus Helicopters.

2.3 Métodos

A localização de focos no subsolo foi realizada após o controle do incêndio superficial e se deu de forma visual, visando descartar as queimas de troncos, galhos, despejos de origem antrópica que ainda queimam na superfície, de forma sensitiva, pois o fluxo de calor emitido pelo solo permite que o operador do radiômetro sinta as áreas mais quentes no corpo. Depois, com a utilização do radiômetro termal pode-se verificar se o local observado apresentava padrões similares ao comportamento da queima realizada no experimento descrito por Rein (2008) e da experiência de campo de Usup (2004). Os focos localizados foram plotados utilizando as coordenadas obtidas com o GPS.

A distância a ser utilizada entre o radiômetro e o possível foco foi variável entre 1m e a distância que operador possa se aproximar com segurança, devido a instabilidade do terreno, bem como o ângulo de visada entre sensor e alvo.

O radiômetro também foi utilizado para gerar imagens aéreas por meio de um sobrevoo de helicóptero sobre o local do evento a fim de verificar se as imagens geradas podem contribuir para realizar localização de focos de forma ampla. As imagens foram obtidas por meio do operador segurando o radiômetro e captando as imagens com a aeronave no pairado, com portas abertas e a uma altura mínima que não entre no efeito solo gerado pelo fluxo de ar das pás do rotor e não gere deslocamento excessivo da fuligem acomodada no solo.

3. Resultados e Discussão

O incêndio superficial foi controlado por volta das 16 horas e posteriormente foi utilizado o radiômetro infravermelho para localizar os focos subterrâneos na área queimada. Foram identificados 11 focos e marcados com o GPS conforme apresentado na figura 01. A atividade de detecção só pode ser realizada até o horário próximo ao por do sol, o que inviabilizou a localização de outros pontos devido à insegurança de andar em um terreno instável sem a claridade do dia.

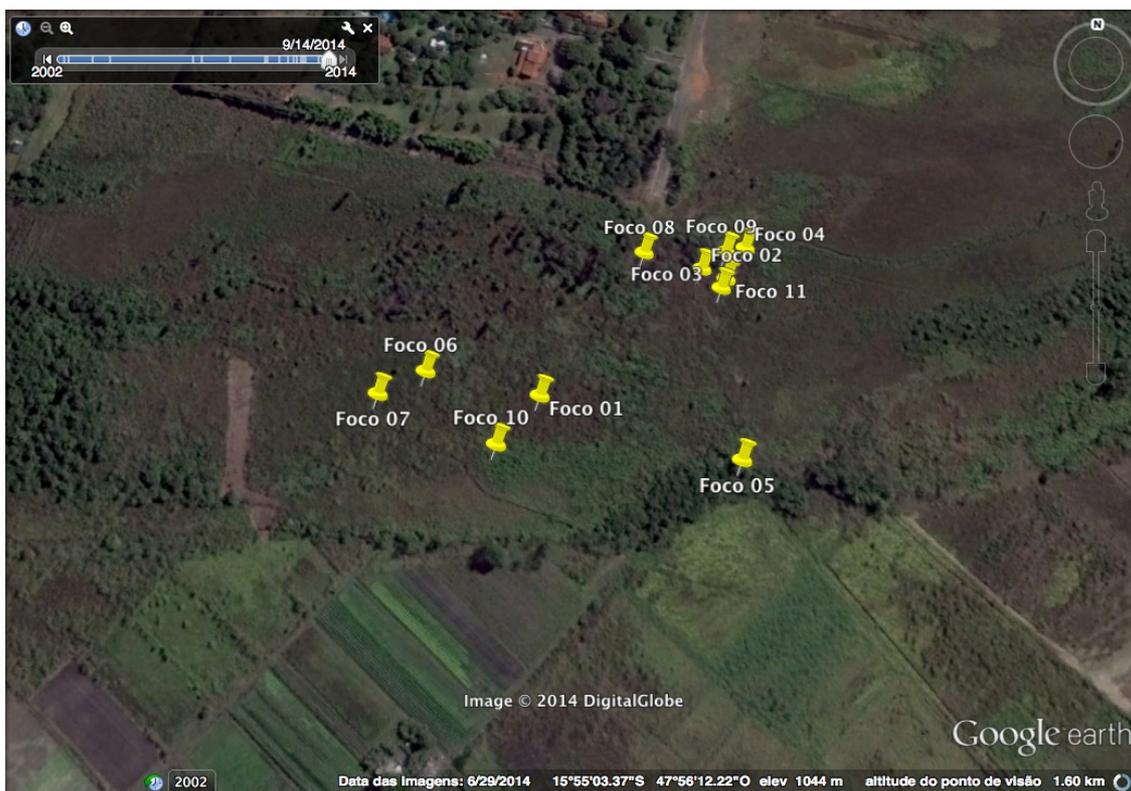


Figura 1. Localização do focos de incêndio subterrâneos.

A umidade relativa do ar no dia era de 16% conforme dados fornecidos pelo INMET. A figura 2 mostra as imagens geradas pelo radiômetro termal de alguns focos detectados e podem ser comparadas com as imagens geradas por uma câmera digital comum que capta no espectro visível conforme figura 3.

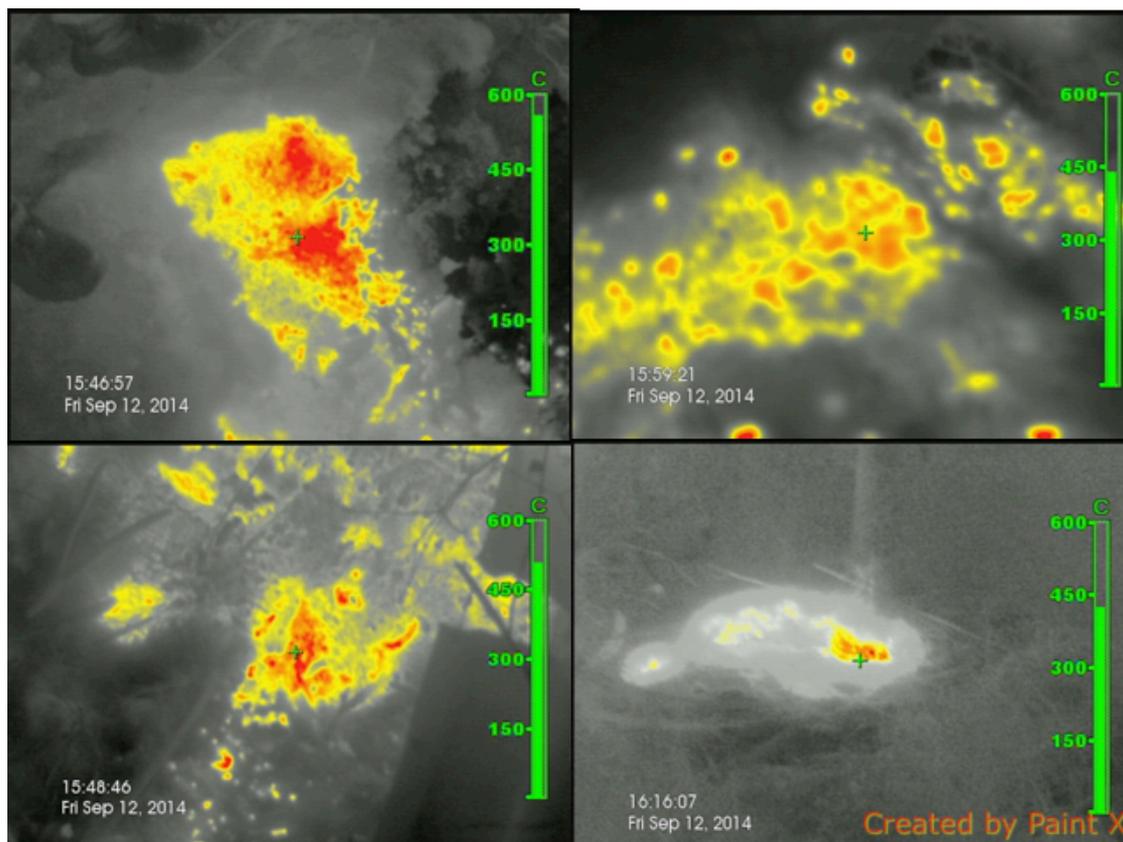


Figura 2 – Sequência de fotos no infravermelho de focos de incêndio subterrâneo em turfa



Figura 3. Sequência de fotos no espectro visível de incêndio subterrâneo em turfa.

As imagens aéreas foram feitas por volta das 8 horas da manhã do dia seguinte ao início do incêndio. A hora registrada na imagem está com uma hora de atraso. Foi possível detectar os pontos mais quentes de uma forma mais ampla que viabilizam a identificação de atividade termal subterrânea próximas em áreas ainda não afetadas e deduzir como o incêndio tende a propagar, porém devido a distância não é possível visualizar os detalhes do foco, conforme mostra a figura 4.

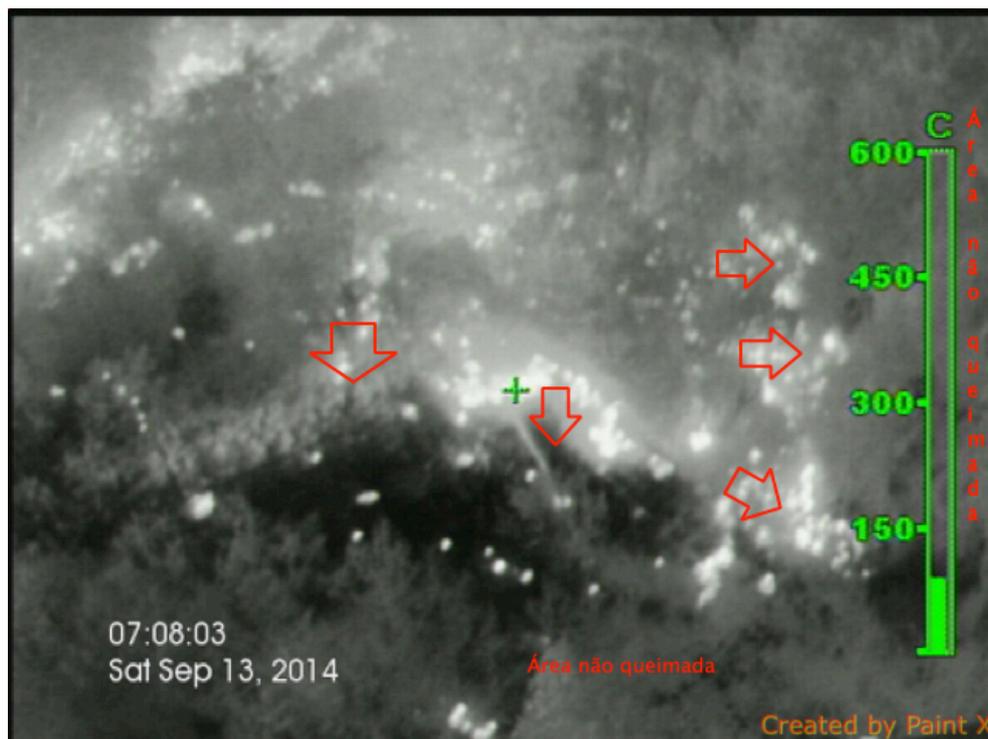


Figura 4. Imagem de pontos quentes no terreno

Rein (2008) em seu ensaio demonstra que nenhuma área adjacente a queima apresentou temperaturas superiores a variações de 80°C a 100°C , ou seja 353K a 373K , assim utilizando-se a lei de Wien, não se tem comprimentos de ondas dominantes menores que $8,209\ \mu\text{m}$ à $7.769\ \mu\text{m}$.

Para as temperaturas mais altas, que variam entre 400°C a 670°C na experiência laboratorial de Rein (2008) e de 340°C à 369°C na experiência de campo de Usup (2004) os comprimentos de onda dominante variariam entre $4,306\ \mu\text{m}$ até $3,073\ \mu\text{m}$ para o experimento de Rein (2008) e de $4,72\ \mu\text{m}$ até $4,51\ \mu\text{m}$ no experimento de Usup (2004), ou seja, o comprimento dominante não atenderia os parâmetro do detector de infravermelho termal utilizado, porém, conforme Bullard (2013), o radiômetro apresenta outros dispositivos eletrônicos que identificam temperaturas até 600°C com uma margem de erro de 25°C para mais ou para menos. Segundo Jensen (2009) o comprimento de onda entre $2,5\ \mu\text{m}$ a $5\ \mu\text{m}$ possui uma janela entre $3,5\ \mu\text{m}$ a $4\ \mu\text{m}$ que o CO_2 contido na fumaça absorve a energia nessa faixa e comprometeria o sensoriamento remoto, mesmo usando outro radiômetro térmico.

As imagens na Figura 2 mostram o mesmo padrão ao comportamento da queima nos experimentos de Rein (2008) e Usup (2004), com a mesma faixa de temperatura no local da queima e com a mesma variação de temperatura nas áreas adjacentes de pré-queima e pós-queima.

Nas imagens aéreas torna-se mais difícil de obter imagens com os padrões de queima dos estudos realizados, devido a distância do foco do incêndio para o radiômetro infravermelho, pois a definição de imagem do sensor é de 320×240 pixel assim para uma distância que variou de 8 a 12 metros, variação de altura da aeronave, cada pixel da imagem relata uma informação de uma área maior.

Considerando que o sobrevoo na região, sem a claridade não pode ser realizado por fatores técnicos de segurança de voo, o horário ideal para o sobrevoo foi o mais cedo possível para evitar que a energia de ondas curtas provenientes do sol e refletidas para atmosfera pudessem criar interferências nas imagens. Outro fator são os ventos que no início do dia

propiciam voos mais precisos evitando que as imagens borrem ou fiquem com faixas. Jensen (2009).

A análise de sensoriamento remoto termal neste estudo não ocorre com comparação entre dois objetos diferentes, mas sim somente do próprio solo com atividade de combustão ou sem atividade termal.

As interpretações das imagens não devem ser realizadas unicamente por meio do sensor infravermelho. O conhecimento teórico sobre a dinâmica de incêndio subterrâneo em turfa e a observação da imagem gerada no espectro visível pelo olho do observador contribuem para que por meio da imagem da figura 6 seja inferido e comprovado que a linha formada pelos pontos mais claro é uma frente de queima no subsolo que avança para uma área ainda não queimada. Assim o reconhecimento aéreo com o sensor de infravermelho pode definir áreas prioritárias de atuação para as equipes de combate ao incêndio atuem rapidamente nos focos do incêndio.

4. Conclusão

O emprego do sensor térmico de infravermelho nas ações de detecção de focos de incêndio subterrâneo em turfas demonstrou ser de extrema importância para uma detecção mais precisa e o objetivo de localizar os focos foram atingidos. As imagens geradas durante o sinistro geram uma relevante informação para os órgãos de resposta, pois a tomada de decisão deve ser mais rápida e eficiente para uma atuação das equipes que trabalham no local.

Referência Bibliográficas

Bullard. **T4MAX Thermal Imager Bid Specifications**. Cynthiana, KY. USA, 2013.

Chistjakov, V.I. et al. Measures for Fire-Prevention on Peat Deposits. In: Wein, R.W.; MacLean, D.A. **The role fire in northern circumpolar ecosystems**. USSR: SCOPE, 1983. cap 14, p.259-271.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php>. Acesso em: 24.set.2014.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Rein, G. et al. The severity of smouldering peat fires and damage to the forest soil. **Catena**. 74 (3), p.304-309, 2008.

Usup, A. et al. Combustion and thermal characteristics of peat fire in tropical peatland in Central Kalimantan, Indonesia. **Tropics**. V. 14(1), 2004.