



**SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR DOM PEDRO II
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**



**Marllon do Espirito Santo Oliveira
Gabriel Batista Hawad**

**ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE CÂMERAS DE IMAGEM TÉRMICA NOS
EVENTOS DE BUSCA E RESGATE EM MATAS E MONTANHAS REALIZADOS PELO
CBMERJ**



**Rio de Janeiro
2019**

Marllon do Espirito Santo Oliveira – Cad BM QAL/17
Gabriel Batista Hawad– Cad BM QAL/17

**ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE CÂMERAS DE IMAGEM TÉRMICA NOS
EVENTOS DE BUSCA E RESGATE EM MATAS E MONTANHAS REALIZADOS
PELO CBMERJ**

Artigo Científico apresentado
como exigência do Curso de
Formação de Oficiais do
Quadro de Combatentes da
Academia de Bombeiro Militar
Dom Pedro II.

Marllon do Espirito Santo Oliveira
Gabriel Batista Hawad

**ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE CÂMERAS DE IMAGEM TÉRMICA NOS
EVENTOS DE BUSCA E RESGATE EM MATAS E MONTANHAS REALIZADOS
PELO CBMERJ**

Este artigo científico apresentado foi aprovado pela Banca Avaliadora como parte das exigências do Curso de Formação de Oficiais da Academia de Bombeiro Militar Dom Pedro II.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2019

BANCA AVALIADORA

Professor/Instrutor

Professor/Instrutor

Professor/Instrutor

ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE CÂMERAS DE IMAGEM TÉRMICA NOS EVENTOS DE BUSCA E RESGATE EM MATAS E MONTANHAS REALIZADOS PELO CBMERJ

Marllon do Espírito Santo Oliveira^{1*}, Gabriel Batista Hawad²

¹Cad BM QAL/17, Academia de Bombeiro Militar Dom Pedro II, Rio de Janeiro, RJ

²Cad BM QAL/17, Academia de Bombeiro Militar Dom Pedro II, Rio de Janeiro, RJ

*Autor correspondente: Marllon do Espírito Santo Oliveira; Tel: +55 2198079 4662; Email: marllon.eso@yahoo.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar a eficiência da tecnologia termográfica empregada em operações de busca e resgate em matas e montanhas. Foram analisados os tipos de vegetação no Brasil e no Rio de Janeiro, mostrando a influência da vegetação nos eventos de busca e resgate. Foi explanado sobre o funcionamento das câmeras de imagem térmica e analisadas as especificações do drone com câmera termográfica adquirido pelo CBMERJ, a fim de determinar se o equipamento é eficiente para as operações de busca e resgate. Ao final foi concluído que o equipamento adquirido pelo CBMERJ preenche com os requisitos para ser empenhado em buscas com baixa visibilidade.

SÍNTESE

O presente estudo retratou que a tecnologia termográfica é capaz transpor a vegetação e encontrar vítimas perdidas nas operações de busca em matas e montanhas.

PALAVRAS-CHAVE: 1-Busca e resgate. 2- Câmera Térmica. 3- Matas e Montanhas. 4- Bombeiros. 5- Drone.

STUDY ON THE USE OF THERMAL IMAGE CAMERAS IN SEARCH AND RESCUE EVENTS IN FORESTS AND MOUNTAINS CARRIED OUT BY CBMERJ

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the efficiency of thermographic technology employed in forest and mountain search and rescue operations. Vegetation types in Brazil and Rio de Janeiro were analyzed, showing the influence of vegetation on search and rescue events. It was explained about the operation of thermal imaging cameras and analyzed the specifications of the thermal camera drone acquired by CBMERJ, in order to determine if the equipment is efficient for search and rescue operations. In the end it was concluded that the equipment purchased by CBMERJ fulfills the requirements to be engaged in low visibility searches.

KEYWORDS: 1-Search and rescue. 2- Thermal camera. 3- woods and mountains. 4- Firefighters. 5- Drone.

INTRODUÇÃO

O Montanhismo é uma atividade mundialmente conhecida, que desde o século XVII já se fazia presente no Brasil. O Rio de Janeiro por ser uma cidade de avantajada beleza natural, que tem como um de seus símbolos e cartão postal, o Pão de Açúcar, uma das montanhas mais importantes da história do montanhismo no Brasil. Além disso, possui inúmeros outros locais para a prática de esportes ligados à atividade de montanhismo. Desde as mais difíceis escaladas, como a do Dedo de Deus, até as mais simples caminhadas possuem grande número de praticantes.

Este cenário contribui para que o Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro possua considerável estatística de eventos de busca em matas e montanhas, como consta no anuário de 2018 do CBMERJ. Só no ano de 2018 a aeronave do CBMERJ foi empregada para evento de busca e salvamento em montanha 53 vezes, totalizando 54 vítimas. Não são incomuns eventos deste tipo que tomam maiores proporções pela dificuldade em encontrar uma vítima perdida em meio à floresta.

Cada vez mais, a tecnologia está a facilitar as atividades humanas. Diante de tal situação existem diversos equipamentos que facilitam a busca. GPS portátil, cães farejadores, aparelhos celulares, todos estes já são largamente utilizados neste contexto. Cabe aos profissionais de busca e resgate, continuar em busca de novos mecanismos que auxiliem na realização de tais tarefas, a fim de reduzir o tempo resposta proporcionando um socorro mais rápido para a vítima.

Os ambientes de matas e montanhas se tornam facilmente perigosos para uma pessoa perdida. Animais peçonhentos, riscos de queda e risco de hipotermia são apenas alguns exemplos dos infinitos perigos que uma pessoa nessa situação pode enfrentar. Diante disso, é essencial a utilização de todos os equipamentos capazes de ajudar a um resgate mais rápido.

As câmeras de imagem térmica já são empregadas com diversas finalidades em todo o mundo. Isso leva a acreditar que as câmeras térmicas possuem um grande potencial para vencer a dificuldade de visibilidade imposta pelas arvores e vegetações em uma operação de busca e resgate em matas e montanhas. É fato que no mercado existem diversos modelos que prometem desempenhar esta função com excelência. Porém devido à recente compra realizada pela corporação, de um

modelo de drone equipado com câmera de imagem térmica, faz-se necessário uma análise da eficácia do modelo adquirido.

Estudou-se a eficiência do drone com câmera termal adquirido, a fim de confirmar que tal equipamento possa ser empregado nas operações de busca em matas e montanhas realizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro.

1 METODOLOGIA

1.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo foi iniciado direcionado a estudar se a tecnologia de imagem térmica poderia ser útil para reduzir a dificuldade na visibilidade imposta pelas árvores e pela vegetação em operações de busca e resgate a vítimas perdidas em matas e montanhas. Confirmada a utilidade dessa tecnologia para tais eventos, seria feito um levantamento dos equipamentos com essa tecnologia disponíveis no mercado e o estudo sobre as características técnicas de cada um, a fim de encontrar o mais adequado para o ser empregado nos eventos de buscas e resgate em matas e montanhas atendidos pelo CBMERJ.

Porém, no percurso de elaboração do estudo acima descrito, descobrimos que o CBMERJ, adquiriu no final quatro drones equipados com câmeras que possuem a tecnologia de capturar imagens através de sensores térmicos. Com isso, o foco do trabalho foi direcionado a estudar se esse equipamento adquirido pelo CBMERJ seria capaz de ser empregado nos eventos de busca e resgate em matas e montanhas.

Sendo assim, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre a história do montanhismo no Brasil, a fim de entender como surgiu o esporte no país, sendo este o esporte que mais se aproxima da atividade de busca e resgate em matas e montanhas.

Também foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre os tipos de vegetação presentes no Brasil e no Rio de Janeiro e a influência destas vegetações nas operações de busca e resgate.

Foram feitas pesquisas em manuais técnicos sobre o funcionamento da tecnologia utilizada nas câmeras de imagem térmica e também foi realizado contato via aplicativo WhatsApp (Facebook Inc.) com o atual coordenador do CEVANT

(Curso de Especialização em Veículos Aéreos não Tripulados), a fim de obter informações sobre o modelo de equipamento termográfico adquirido pelo CBMERJ, para buscar maiores informações no site do fabricante.

Obtendo as informações descritas acima, elas foram confrontadas para que pudéssemos chegar à conclusão final.

2 RESULTADOS

2.1 TIPOS DE VEGETAÇÃO DO BRASIL

Segundo ALMEIDA, (Brasil Escola 2019), o tipo de vegetação de determinada região irá depender, primordialmente, do seu tipo de clima. Entretanto, essa regra aplica-se somente a vegetações naturais ou nativas, pois a formação vegetal é o primeiro elemento da paisagem que o homem modifica e, portanto, está em constante transformação.

O Brasil possui uma rica diversidade de vegetação. Isso se deve à sua grande extensão territorial e diversidade climática: nela se destacam oito tipos principais, sendo elas:

- Floresta Amazônica: De clima equatorial e conhecida por Amazônia Legal e Floresta Latifoliada, devido ao tipo de folhagem que apresenta, com folhas largas em grande número que tornam as árvores densas e podem atingir grandes alturas.

- Mata Atlântica: Caracterizada como uma floresta latifoliada tropical e de clima tropical úmido, foi a vegetação que mais sofreu devastação no Brasil. Era uma vegetação que se estendia do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, mas que foi intensamente degradada pelos portugueses para a extração de madeira e plantio de cana-de-açúcar.

- Caatinga: É uma vegetação típica de clima semiárido, localizada no Nordeste brasileiro. Possui plantas espinhosas e pobres em nutrientes. Nos últimos anos, vem sofrendo diversas agressões ambientais que causam empobrecimento do solo, dificultando mais ainda o desenvolvimento dessa região.

- Cerrado: Típica do Planalto Central brasileiro e de clima tropical semiúmido, é a segunda maior formação vegetal do Brasil. Apesar de sua paisagem ser composta por árvores baixas e retorcidas, é a vegetação com maior biodiversidade do planeta. Somente nos últimos anos é que os ambientalistas vêm se preocupando

com esse ecossistema, que sofre vários danos ambientais causados pela plantação de soja e cana-de-açúcar e pela pecuária.

- Pantanal: Localizada no Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, é considerada uma vegetação de transição, isto é, uma formação vegetal heterogênea composta por diferentes ecossistemas. Em determinadas épocas do ano, algumas porções de área são alagadas pelas cheias dos rios e é somente nas estiagens que a vegetação se desenvolve.

- Campos sulinos: Também conhecidos como "pampas" e característicos de clima subtropical, apresentam vegetação rasteira com a predominância de capins e gramíneas.

- Mata de Araucária: Com a predominância de pinheiros e localizada no estado do Paraná, é uma vegetação típica de clima subtropical. Sua cobertura original é quase inexistente em razão da intensa exploração de madeira para fabricação de móveis.

- Mangues: É um tipo de vegetação de formação litorânea, caracterizado principalmente por abranger diversas vegetações, ocorrendo em áreas baixas e, logo, sujeita à ação das marés.

2.2 VEGETAÇÃO DO RIO DE JANEIRO

No Estado do Rio de Janeiro a floresta predominante é a Mata Atlântica, que tem como característica a presença de árvores densas de médio e grande portemismo com o grande desmatamento sofrido ao longo dos anos, como diz o site do Ministério do Meio Ambiente, - "Originalmente, o bioma ocupava mais de 1,3 milhões de km² em 17 estados do território brasileiro, estendendo-se por grande parte da costa do país. Porém, devido à ocupação e atividades humanas na região, hoje resta cerca de 29% de sua cobertura original."

2.3 INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NA BUSCA

Segundo o Manual Operacional de Bombeiros do Estado de Goiás, dependendo do tipo de vegetação encontrada a busca deve ser adaptada. Em matas fechadas as buscas são dificultadas em alguns trechos, já em vegetações

rasteiras a visão é mais aberta, em mangues o deslocamento é mais difícil devido ao terreno alagado e galhos rasteiros e longos.

2.4 FUNCIONAMENTO DA CÂMERA TÉRMICA

O ser humano enxerga os objetos porque aos seus olhos chega a luz. Estes objetos podem ser tanto emissores (produzem a luz – como o sol ou uma lâmpada), quanto refletores (apenas refletem a luz emitida por outro objeto). A luz é uma onda eletromagnética, que é emitida geralmente na cor branca, que é composta pelas demais cores. Ao atingir um objeto, a luz branca se dispersa e parte dela é absorvida e outra é refletida de acordo com os pigmentos presentes no corpo atingido. Ou seja, se em uma sala iluminada com uma luz branca enxergamos uma mesa azul, por exemplo, é por que a mesa recebeu a luz branca, absorveu parte dela e refletiu outra parte. A parte que é refletida possui os comprimentos de onda correspondentes à cor que enxergamos. De acordo com os valores de frequência e comprimento das ondas enxergamos as diferentes cores.

Em referência às ondas, a frequência é o número de ciclos por segundo passando por um ponto fixo, representada pela unidade de medida Hertz (Hz). É denominado comprimento de onda a distância entre dois pontos correspondentes consecutivos, segundo a grandeza representada pela letra grega lambda (λ) e podendo ser medida em metros, milímetros, nanômetros, etc.

Porém, a luz que enxergamos não é a única onda que chega aos nossos olhos. Dentro do que é conhecido pelo homem, existem diversos outros tipos e que não enxergamos. Desde o raio gama até as ondas de rádio existem ondas que variam entre 10-15 e 104 metros de comprimento e 102 e 1023 Hertz de frequência. Em 1672 Isaac Newton iniciou uma série de experimentos nos quais demonstrou que a luz branca era composta de diversas outras cores. Através de um raio de luz branca incidindo em um prisma, mostrou que as diferentes cores refratavam com ângulos diferentes porque tinham comprimento e frequência diferentes umas das outras, o que fazia com que elas percorressem os meios com velocidades diferentes.

William Herschel, em 1800, partindo do mesmo princípio, estudou as temperaturas associadas a cada cor que compõe a luz solar. Observando que a cor de luz mais quente era a vermelha, Herschel posicionou um termômetro logo antes do espectro vermelho. Desta maneira, observou que existem comprimentos de luz maiores e mais quentes, porém invisíveis. Denominou-os então de infravermelho,

pois estão logo abaixo do vermelho na frequência das ondas. A radiação infravermelha (RIV), apesar de não ser percebida pela nossa visão na forma de cores, pode ser percebida na forma de calor, podendo até causar queimaduras.

Existem alguns materiais com estrutura cristalina que, quando são submetidos a um aumento de temperatura (potencialmente pela RIV), têm a estrutura de seus átomos ligeiramente modificada. Essa alteração na estrutura atômica altera a polarização do material, gerando um potencial elétrico e dando origem ao fenômeno denominado piroeletricidade. Contudo, este fenômeno por si só não é capaz de gerar um potencial elétrico útil, fazendo-se necessário o uso de um amplificador. Desta maneira é possível construir dispositivos que detectam a presença de radiação infravermelha em um ambiente, como sensores de presença, que são utilizados para acendimento de luzes ou acionamento de portas automáticas, por exemplo.

O princípio de funcionamento destes detectores é o que dá origem aos sensores termográficos infravermelhos utilizados em câmeras de imagem térmica. Através destes sensores as câmeras conseguem identificar a temperatura dos raios infravermelhos que os objetos emitem. Atribuindo-se arbitrariamente uma cor e tonalidade para cada faixa de temperatura forma-se uma imagem em função das temperaturas detectadas. Pode-se assim, através das câmeras de imagem térmica, enxergar objetos mesmo no escuro total, pois estes, ainda assim, por estarem a uma temperatura acima do zero absoluto, emitem radiação infravermelha.

3 DISCUSSÃO

Confrontando os dados e as informações descritas acima nos resultados, percebemos que a falta de visibilidade causada pela vegetação ou pela falta de iluminação é uma grande dificuldade nas operações de busca e resgate em matas e montanhas. Porém a tecnologia termográfica evoluiu ao ponto de ser capaz de transpor as folhas da vegetação e captar a presença de uma vítima até mesmo no período noturno.

Além disso, a análise das especificações do drone termográfico adquirido pelo CBMERJ, mostra que o equipamento é extremamente qualificado para ser empregado em uma operação de busca e resgate em matas e montanhas.

De acordo com a revista *Emergência* (Julho 2019), o uso dos drones no Brasil começou a se intensificar em 2017, quando a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) publicou o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E) nº 94, a primeira regulação sobre o uso dos VANTs. Com isto, reforçou o crescimento do mercado e do uso de drones em diversas áreas, inclusive em atendimento a emergências. Mas, antes disto, muitas corporações já estavam utilizando de forma experimental este tipo de equipamento, conforme relatou o tenente-coronel Felipe Monteiro, comandante da Covant (Coordenadoria de Veículos Aéreos Não Tripulados) do CBMERJ (Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro). “A ferramenta foi utilizada pela primeira vez em 2015, em um projeto piloto e, desde então, seu uso foi ampliado e adaptado às necessidades institucionais”, ressalta. Neste mesmo ano, o CBMMG (Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais) também começou a realizar os primeiros testes com este equipamento. “Nós começamos a usar o drone em 2015, em situações experimentais, inclusive no desastre de Mariana, o drone nos auxiliou em algumas buscas. Nesta época, tínhamos uma dificuldade de introdução internamente porque é um equipamento que não era rotineiro de se adquirir, não tinha tantos operadores e não existia uma legislação específica”, ressalta o capitão Thiago Miranda, piloto de drone e do Batalhão de Operações Aéreas do CBMMG.

Já na corporação de Santa Catarina, a utilização de aeronaves remotamente pilotadas começou muito antes, em 1999, no projeto Test Fly, com um equipamento que possuía um formato diferente, muito maior que os equipamentos atuais.

O apoio especializado pode se dar nos diferentes tipos de busca: terrestre, aérea e aquática. Sendo executado respectivamente pelo GSFMA, GOA e GBS. A solicitação de cada tipo de apoio deve ser feita cumprindo certos requisitos, que no caso do apoio aéreo são: número elevado de vítimas, acidente aéreo, longa distância ou tempo elevado para se chegar à vítima. Assim como os cães, as aeronaves são de grande valia para este tipo de socorro, pois podem diminuir consideravelmente o tempo de busca pela vítima. Com os VANTs não seria diferente. Seu principal ponto negativo em relação às aeronaves tripuladas (helicóptero) é o tempo de deslocamento até o local, porém frente às proporções que o evento pode tomar, seu valor não é diminuído por conta disso.

A principal limitação do presente estudo foi a falta de realização de um teste ou simulação de um evento de busca e resgate com o emprego do drone em questão. Com a realização do teste, teríamos dados práticos do funcionamento do equipamento, o que reforçaria a eficiência do aparelho. Na tentativa de realização do teste, foi feito contato com o GOA, que também possui este interesse. Contudo, essa possibilidade fugiu ao controle da corporação, pois o equipamento foi adquirido, porém ficou retido em repartição governamental de controle de mercadorias provenientes do exterior.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações desse estudo, pode-se concluir que a tecnologia termográfica possui grande utilidade para o CBMERJ nas operações de busca e resgate em matas e montanhas, devido a sua capacidade de penetrar a vegetação e encontrar vítimas perdidas. Podemos dizer também que o CBMERJ fez uma ótima aquisição, tendo em vista que o drone adquirido possui os requisitos necessários para ser empregado de maneira eficiente em eventos de busca.

Aconselhamos que nos próximos trabalhos que abordem a utilização de câmeras termográficas para buscas, realize-se teste ou simulado prático.

REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO DO CBMERJ 2018.** Rio de Janeiro: Cbmerj, 2018. Disponível em: <<http://www.cbmerj.rj.gov.br/anuarios/anuario2018.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- CAMPOS, J. S. de C., SANTARINE, G. A. Laser pulse energy detector. Ecl. Quím. (São Paulo). v.22, p.93-100, 1997.
- CBME. **Montanhismo e Escalada.** Rio de Janeiro: Cbme, 2018. Color.
- CBMGO. **Manual Operacional de Bombeiros: Salvamento Terrestre.** Goiás: Cbmgo, 2017. 385 p.
- CBMERJ. **MANUAL TÉCNICO DE MONTANHISMO DO CURSO DE SALVAMENTO EM MONTANHA.** Rio de Janeiro: Cbmerj, 2008.
- Damjanovic, Dragan, 1998, Ferroelectric, dielectric and piezoelectric properties of ferroelectric thin films and ceramics, Rep. Prog. Phys. 61, 1267–1324.
PIEZOELETRICOS.
- Danno, K.; Mori, N.; Toda, K-I.; Kobayashi, T.; Utani, A. 2001: Near-infrared irradiation stimulates cutaneous wound repair: laboratory experiments on possible mechanisms. Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.
- EISBERG, R.M., LERNER, L.S. Física. Fundamentos e Aplicações, v.4. São Paulo: McGraw-Hill (1983).
- GONZAGA, Ronaldo Gonçalves. Caracterização Piroelétrica do Polímero Fluoreto de Polivinilideno (PVDF). 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2014.
- HALLIDAY, D., RESNICK, R. Fundamentos de Física, v. 4.. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos (1991).
- HELERBROCK, Rafael. "Dispersão da luz branca"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>. Acesso em 21 de agosto de 2019.

KLASSMANN, Bruna. Facilidade no atendimento. Revista Emergência, [s. l.], ed. 123, Junho 2019. Disponível em: <https://bc.pressmatrix.com/pt-BR/profiles/f74182b49c8d/editions/3544f12fad0b8637c7db/pages>. Acesso em: 30 Out. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mata Atlântica. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento. Acesso em: 20 ago. 2019.

SANT'ANNA, Blaidi; MARTINI, Gloria; REIS, Hugo Carneiro; SPINELLI, Walter. Conexões com a Física. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2010. 416 p. v. 3.

SEARS, F., ZEMANSKY, M.W., YOUNG, H.D. Física, v.4. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos (1985).

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A "Nova Teoria sobre Luz e Cores" de Isaac Newton: uma Tradução Comentada. Revista Brasileira de ensino de física, Campinas, 16 maio 1996.

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A TEORIA DAS CORES DE NEWTON: UM EXEMPLO DO USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA. Ciência & Educação, [S. l.], v. 9, n. 1, março 2003.

W. Herschel - HERSCHEL, Willian. XIV. Experiments on the refrangibility of the invisible rays of the sun. Dr. Herschel Experiments on the Refrangibility, [S. l.], 24 abr. 1800. & DE OLIVEIRA, Rilavia Almeida; DA SILVA, Ana Paula Bispo. William Herschel, os raios invisíveis e as primeiras ideias sobre radiação infravermelha. Revista Brasileira de ensino de física, Campina Grande, 23 out. 2014.