

Efeito da diferença de emissividades no infravermelho médio de revestimentos na aplicação no método *slanted edge* para a obtenção da *Modulation Transfer Function*

Hingrid Spirlandeli Nunes da Silva, Francisco Bernardo Lovato Eick e Alvaro José Damião
 Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) - Instituto de Estudos Avançados (IEAV)

Resumo — Uma das formas de mensurar e acompanhar a resolução espacial de sensores eletro-ópticos bem como verificar requisitos, análise e proposição de métricas de desempenho de sistemas é por meio da obtenção de dados da Função de Transferência de Modulação (MTF), que permitem o cálculo da resolução efetiva, que normalmente está aquém do que a nominal do sensor. O método *slanted edge*, que preconiza o uso de um degrau de níveis digitais é adotado neste trabalho para obter os dados de MTF de um sensor que opera no visível e confrontá-los com os dados obtidos de um sensor que opera no infravermelho médio (MWIR). Este trabalho integra uma linha de pesquisa que objetiva caracterizar sensores eletro-ópticos visando a identificação de alvos em missões operacionais. É apresentado o resultado obtido com as tintas FS 17178 e FS 12215 promovendo o referido degrau por meio da diferença de suas emissividades (ou eficiência radiativa), característica inerente a todos os corpos e que mede a eficiência com que uma superfície emite energia com relação ao Corpo Negro.

I. INTRODUÇÃO

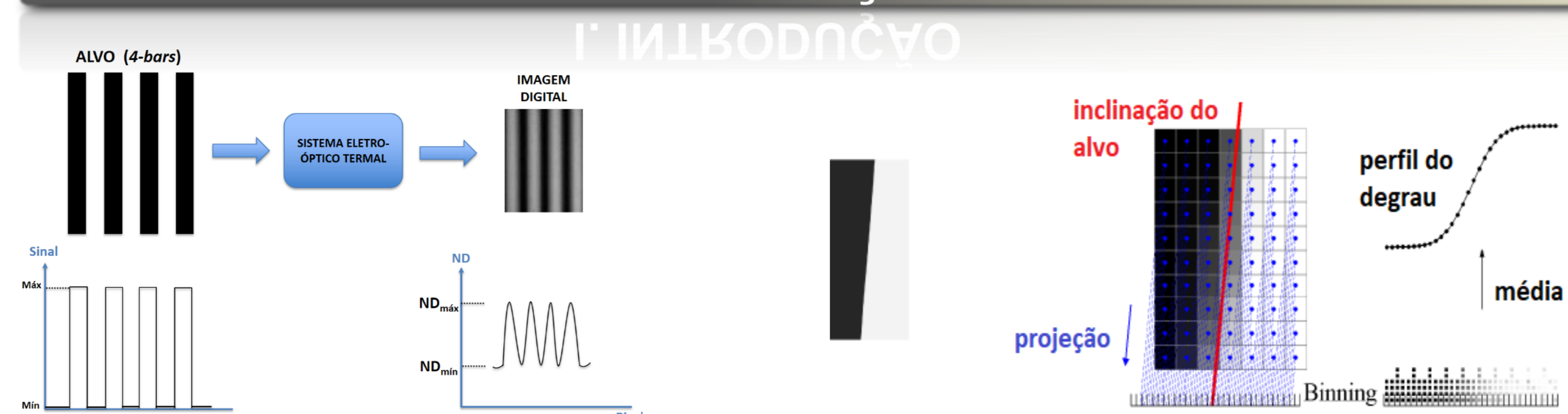


Figura 1 - Um alvo padrão quatro barras apresenta um sinal senoidal, o que gera uma resposta de mesmo formato, com a degradação do contraste. Fonte: Silva (2018).

Figura 2 - Método *slanted edge*: a) degrau inclinado, e b) projeção dos valores dos pixels para a obtenção da ESF superamostrada. Fonte: Santos (2017).

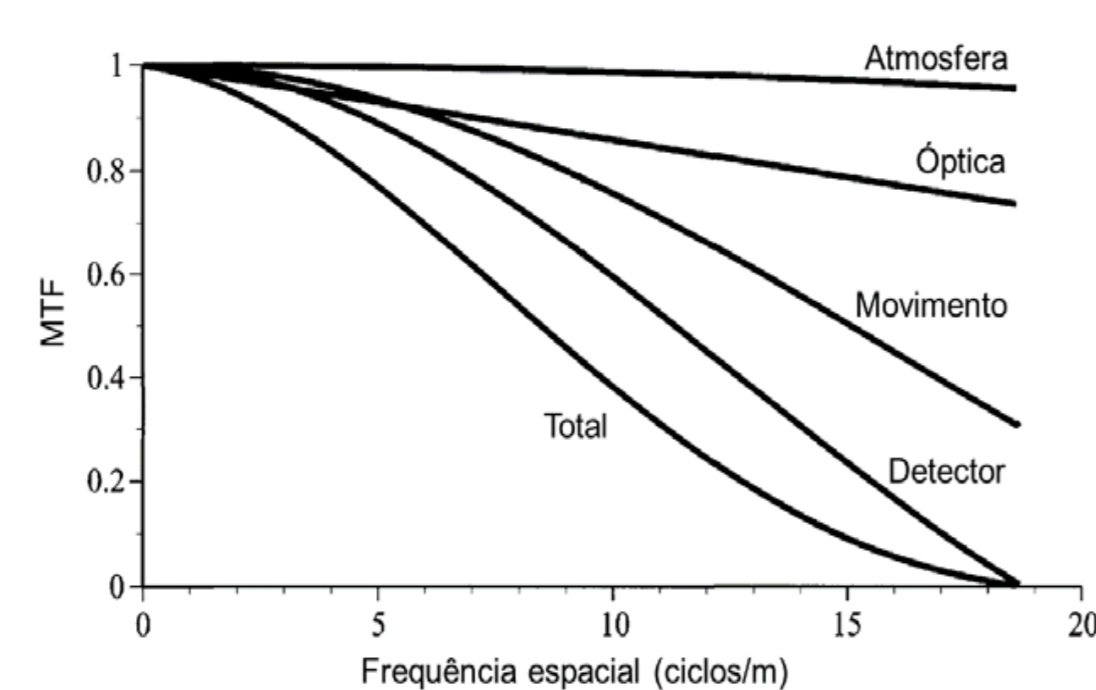


Figura 3 - Efeito cascata das MTF da atmosfera, da óptica, do movimento e do detector na MTF total de um sistema eletro-óptico imageador hipotético. Adaptado de (SCHOTT, 2007).

II. EXPERIMENTO



Fig 4 - Placa quadrada de alumínio com 350mm de lado e 2mm de espessura, revestida com as tintas Silver Metallic (FS 17178) e Laranja (FS 12215). Fonte: A autora.

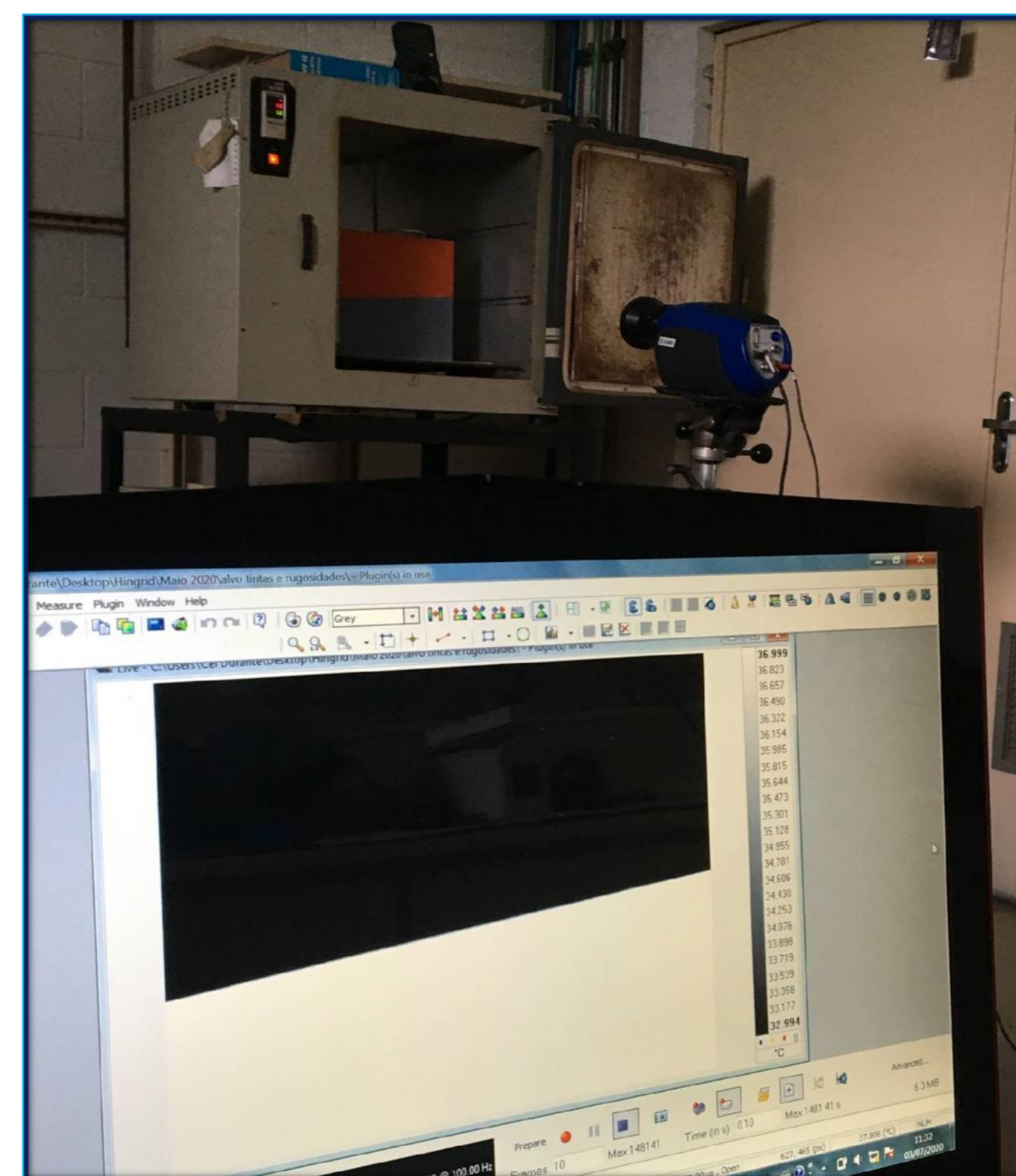


Fig 5 - Arranjo experimental utilizado para o imageamento termal. Fonte: A autora.

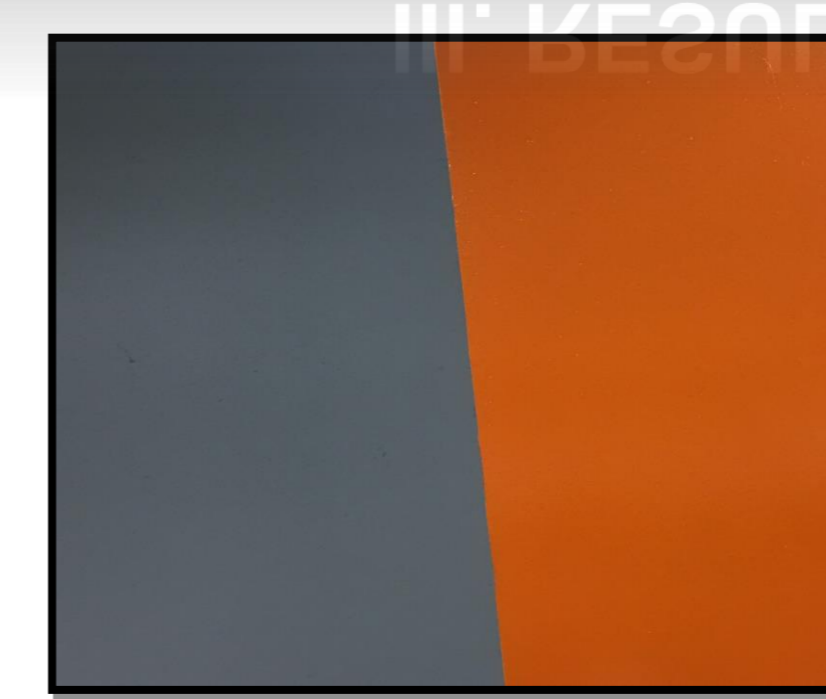


Fig 6 - SENSOR 1: Câmera FLIR SYSTEMS SC5600. Fonte: FLIR SYSTEMS (2009 a).

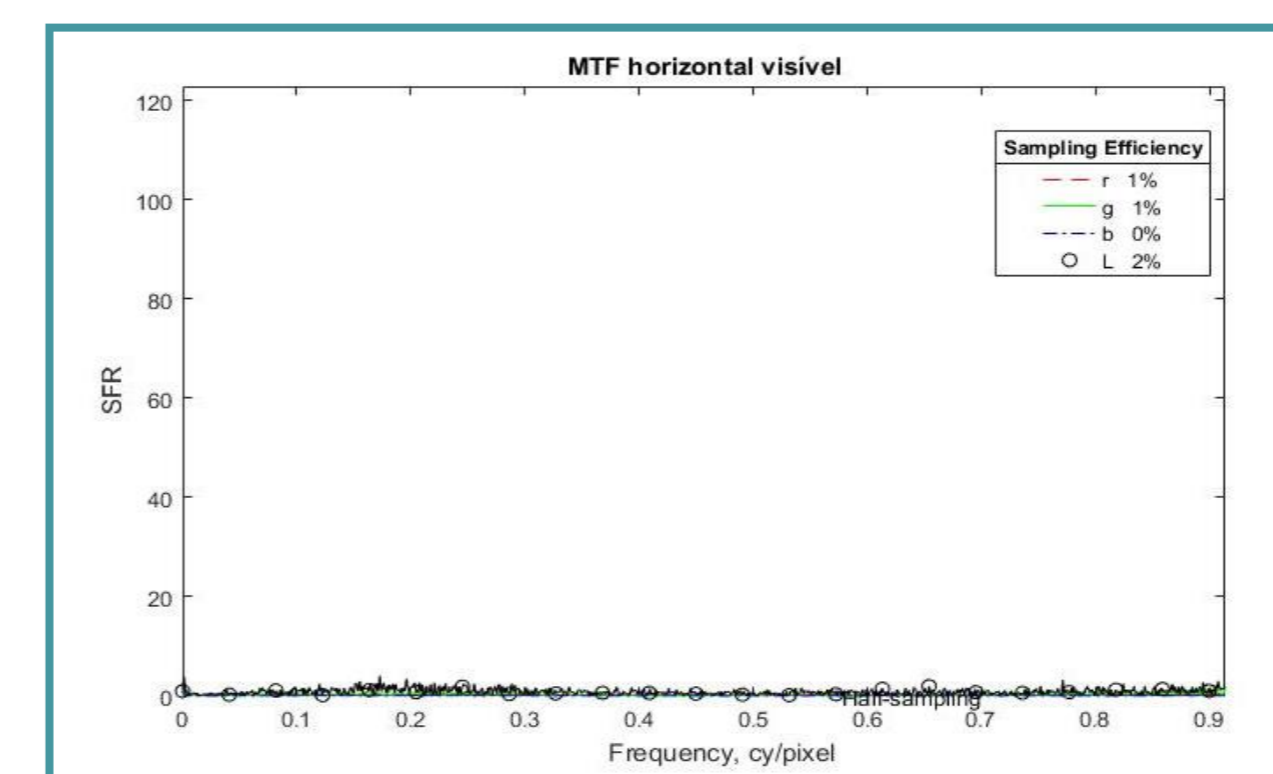


Fig 7 - SENSOR 2: Câmera do smartphone iPhone 6S. Fonte: A autora.

III. RESULTADOS E CONCLUSÃO

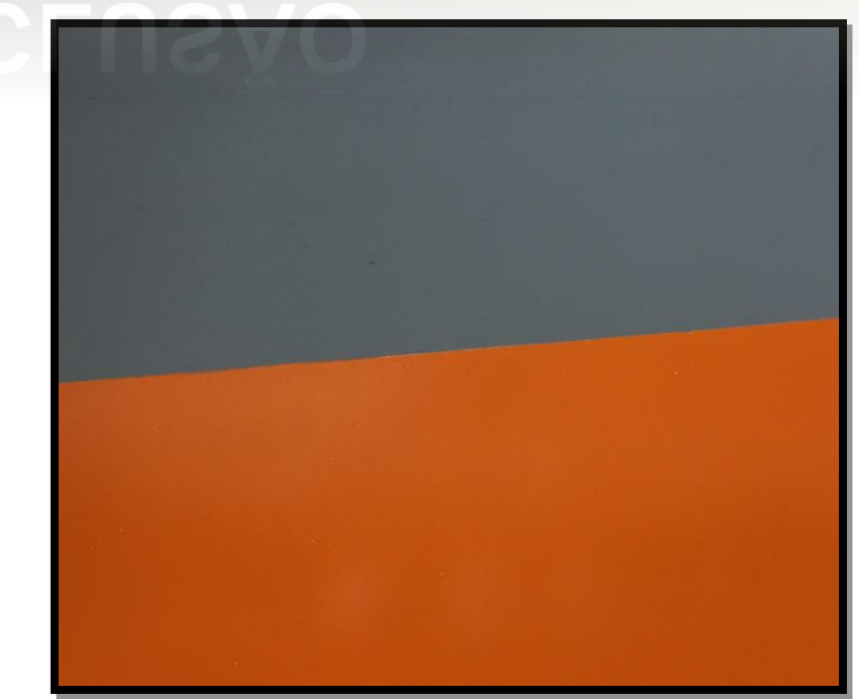


(a)

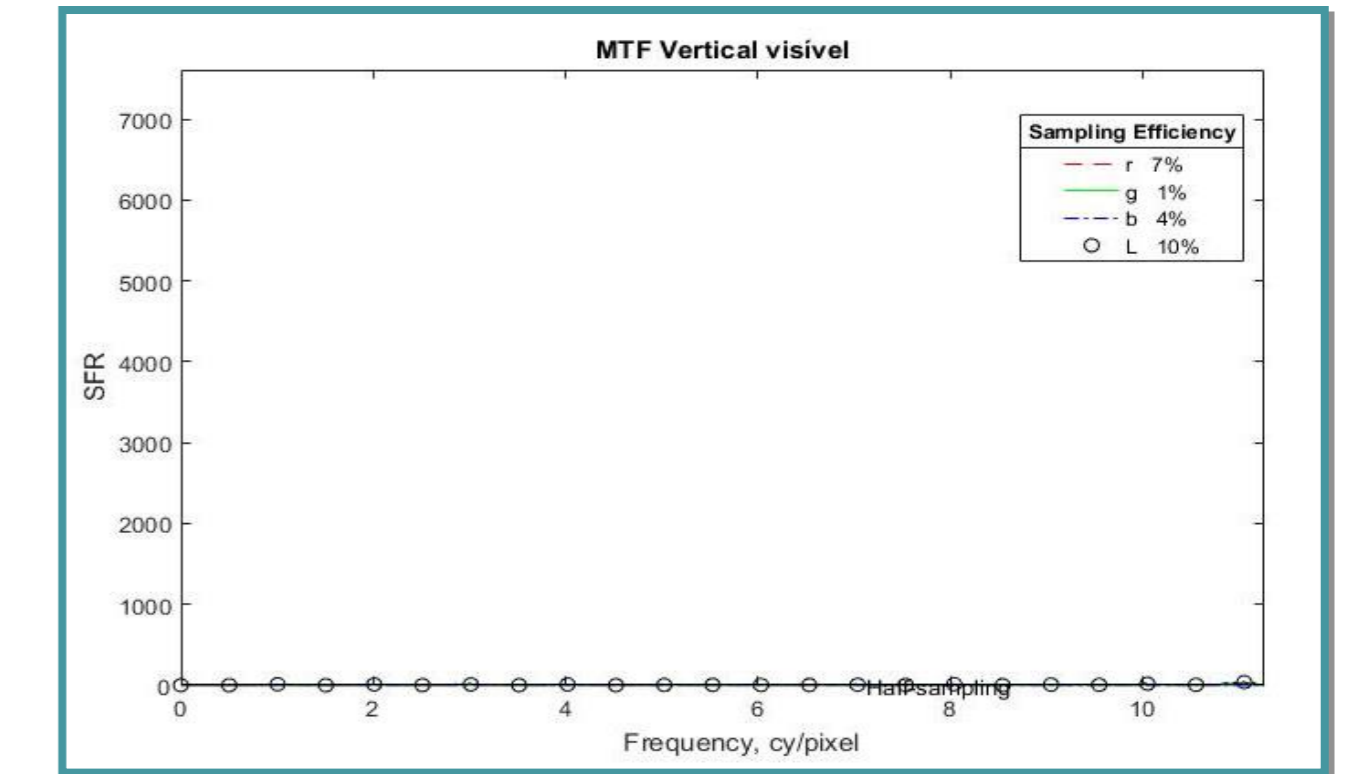


(b)

Fig. 8 - (a) imagem no espectro visível do degrau vertical elaborado com as tintas selecionadas. (b) dados da MTF horizontal do sensor 1 obtidos a partir do mesmo degrau. Fonte: A autora.

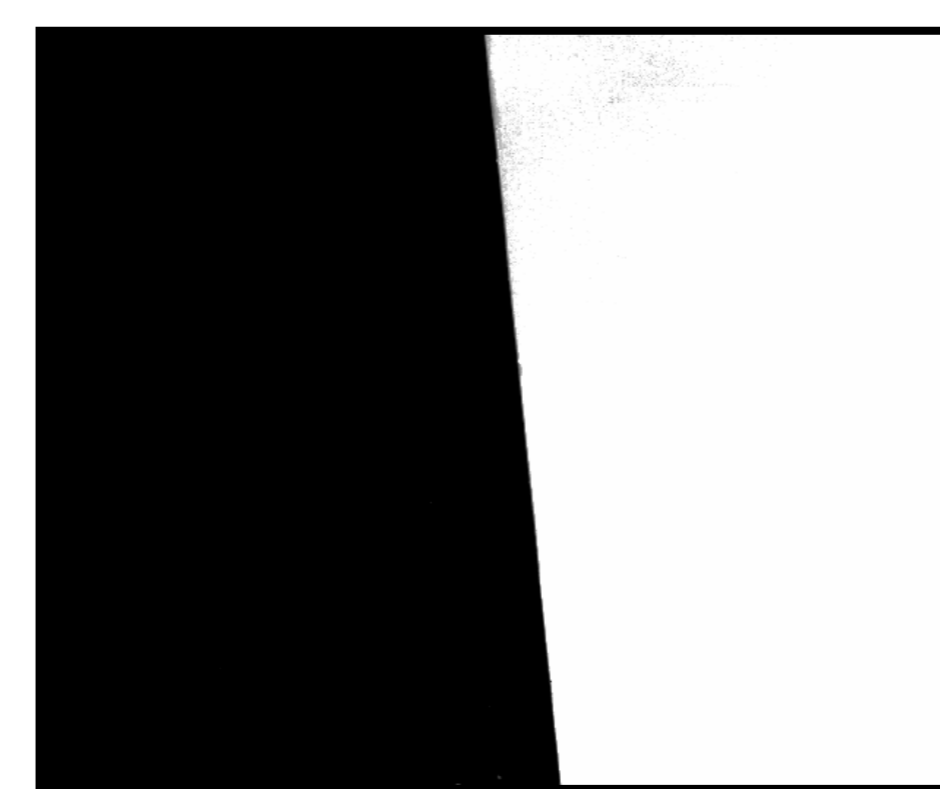


(a)

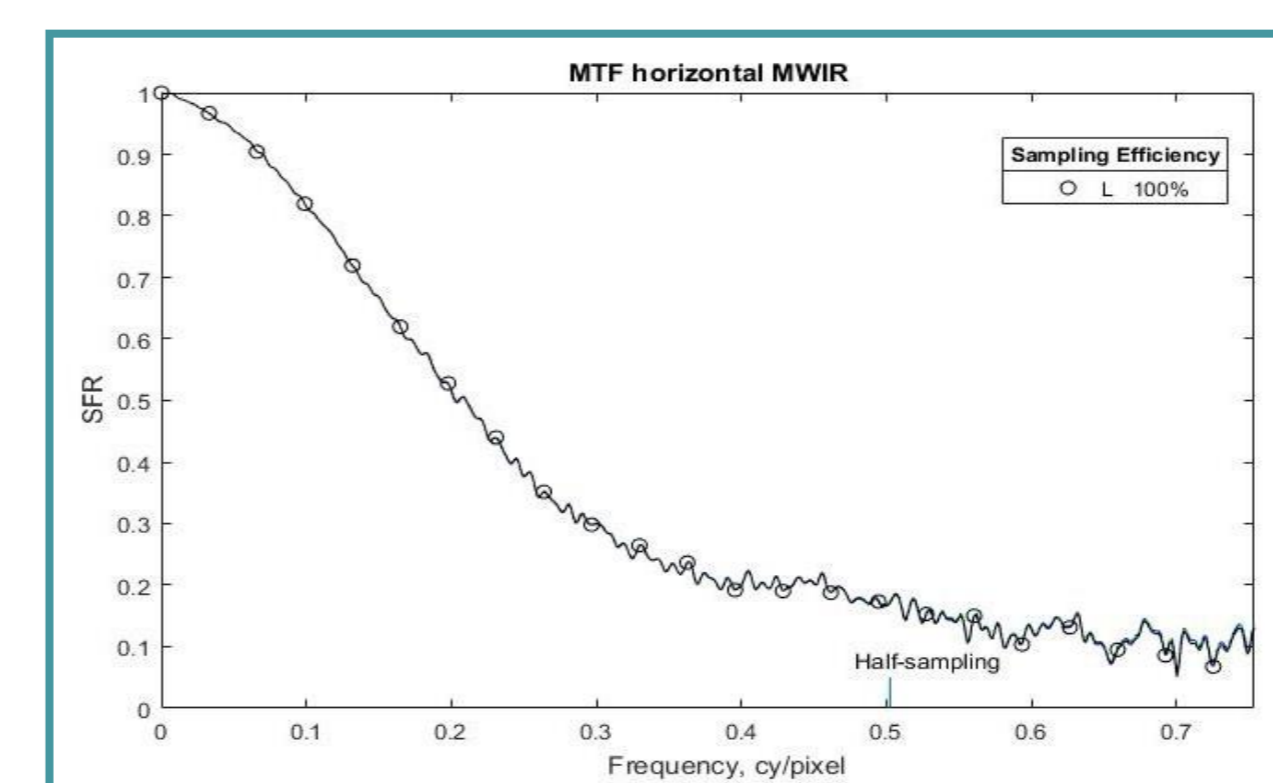


(b)

Fig. 9 - (a) imagem no espectro visível do degrau horizontal elaborado com as tintas selecionadas. (b) dados da MTF vertical do sensor 1 obtidos a partir do mesmo degrau. Fonte: A autora.



(a)

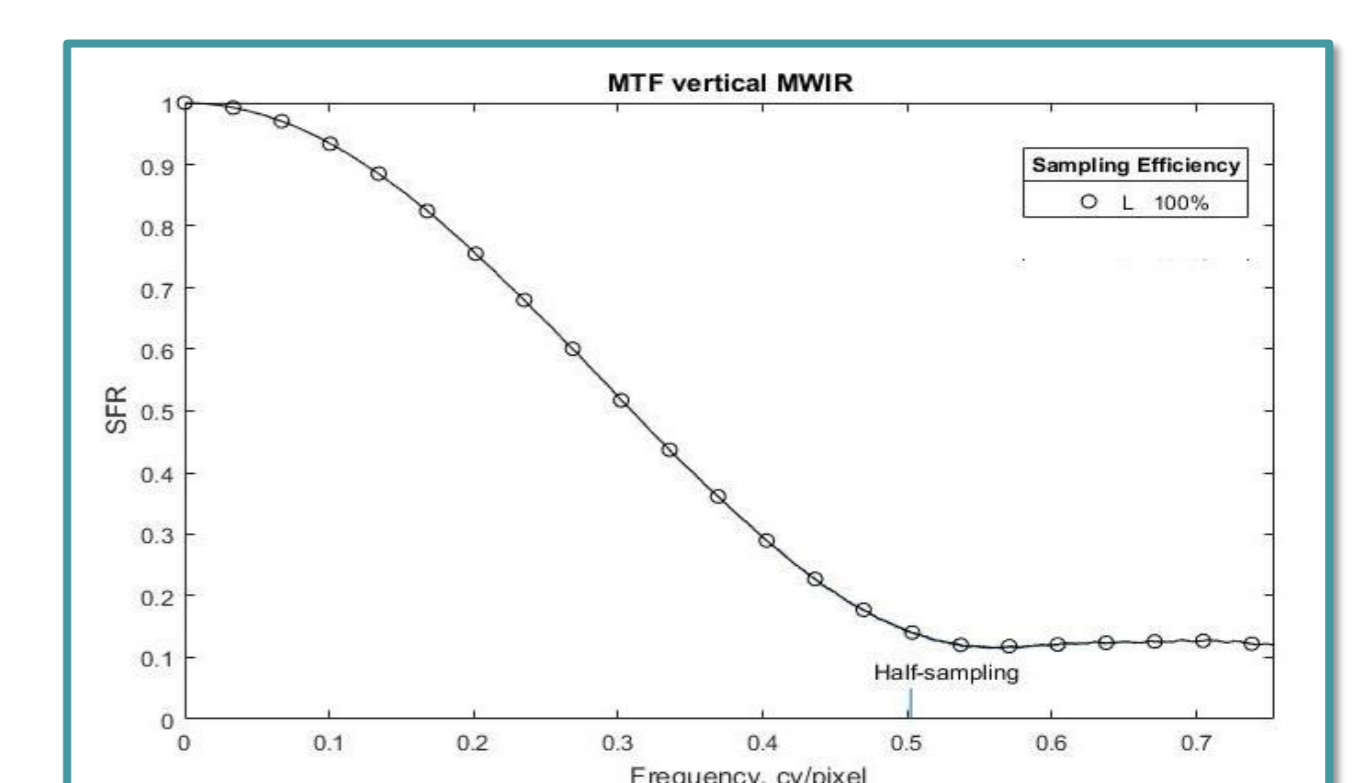


(b)

Fig. 10 (a) imagem no infravermelho médio do degrau vertical elaborado com as tintas selecionadas. (b) dados da MTF horizontal do sensor 2 obtidos a partir do mesmo degrau. Fonte: A autora.



(a)



(b)

Fig. 11 (a) imagem no infravermelho médio do degrau horizontal elaborado com as tintas selecionadas. (b) dados da MTF vertical do sensor 2 obtidos a partir do mesmo degrau. Fonte: A autora.

As escalas dos gráficos foram mantidas com o objetivo de comparar o comportamento dos dados e evidenciar a adequada combinação de alvo e sensor para a aplicação do método considerado.

Observando as figuras 8, 9, 10 e 11 é possível verificar que o uso de revestimentos com diferentes emissividades possibilita a obtenção do degrau que o método *slanted edge* requer, aperfeiçoando as medições realizadas em sensores eletro-ópticos na faixa do infravermelho, com resultados mais apurados para o método até então desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- SILVA, Raphael Efísio da. **Desempenho em Alcance e Caracterização de Sistemas Eletro-Ópticos Termais**. 2018. 109f. Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologias Espaciais, Área de Física e Matemática Aplicadas – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- SANTOS, Hélio Maciel Kyohara dos. **Utilização do método *slanted edge* para caracterização e avaliação da MTF de sistemas eletro-ópticos aeromarcados**. 2017. 108 f. Dissertação de mestrado em Ciências e Tecnologias Espaciais – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- FLIR SYSTEMS. **SC5000 user manual**. Hong Kong, 2009a.
- SILVA, Hingrid Spirlandeli Nunes da. **Documentação para análise de imagens na caracterização de sensores eletro-ópticos**. 2018. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Lato Sensu) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- SCHOTT, J.R. **Remote Sensing: the image chain approach**. New York: Oxford University Press, 2007.