

A análise térmica nessa seção tem como objetivo verificar o comportamento da radiação solar na estrutura e conferir a temperatura que será alcançada nas superfícies da estrutura. A influência externa da temperatura é necessária para definir limites, faixas de operação e tipos de materiais para utilizar no sistema embarcado e também na própria estrutura para garantir a integridade física do produto. Para essa análise, diferente da análise preliminar, a carga de radiação solar vai ser considerada. A intensidade solar em Brasília para essa simulação foi obtida pelo banco de dados fornecido pela ferramenta do Ansys workbench chamada Solar Loading Calculator que faz parte do ambiente de trabalho com fluidos Fluent. Esses dados foram conferidos com os dados do ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL fornecidos pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB).

A geometria foi simplificada para poupar custos computacionais;

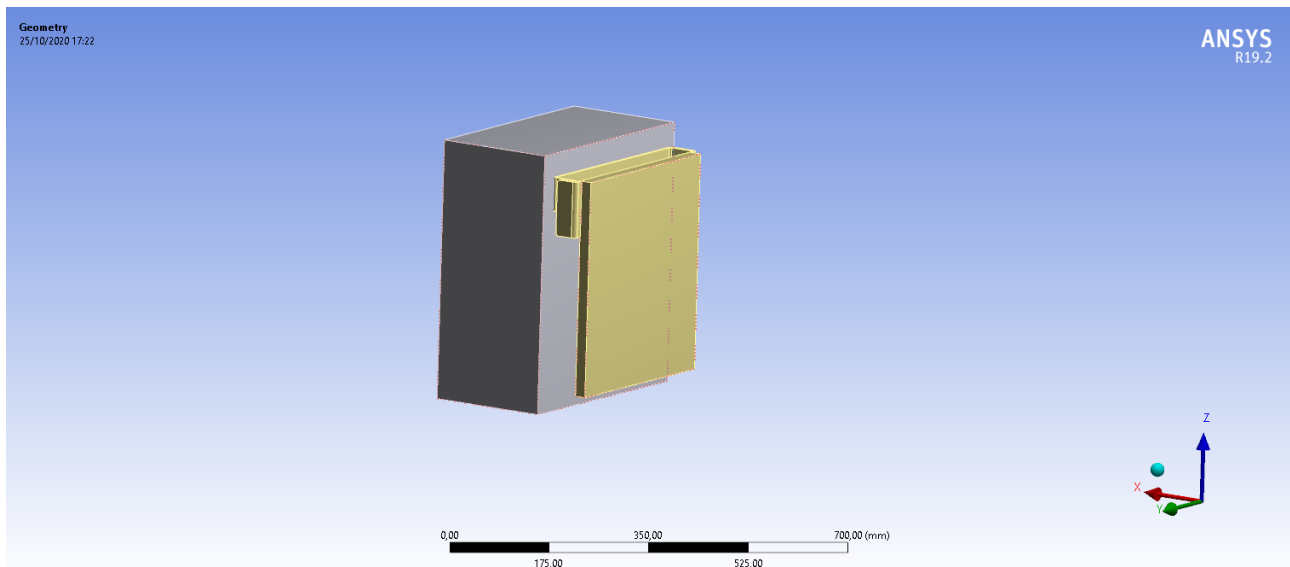


Figura 1: Geometria Simplificada

A simplificação consistiu em retirar bordas pequenas, arredondamentos, buracos e outros detalhes, que dificultam a criação da malha, como é possível ver na figura. Com a geometria simplificada a malha foi criada utilizando a ferramenta Enclosure para criar o ambiente. Com 10mm como tamanho específico de elemento não-forçado, a malha gerada tem 853.568 Nodes e 4.779.446 Elementos como mostra a tabela da figura X

Statistics	
<input type="checkbox"/> Nodes	853568
<input type="checkbox"/> Elements	4779446

Figura 2: Quantidade de elementos e Nós

Todos os outros parâmetros foram controlados pelo programa 'default'.

A qualidade da malha foi garantida utilizando como métrica a Skewness (distorção) máxima de 0,9 como pode ser verificado na figura X. Os elementos respeitando a métrica, em sua maioria, ficaram entre 0 e 0.4 de deformação.

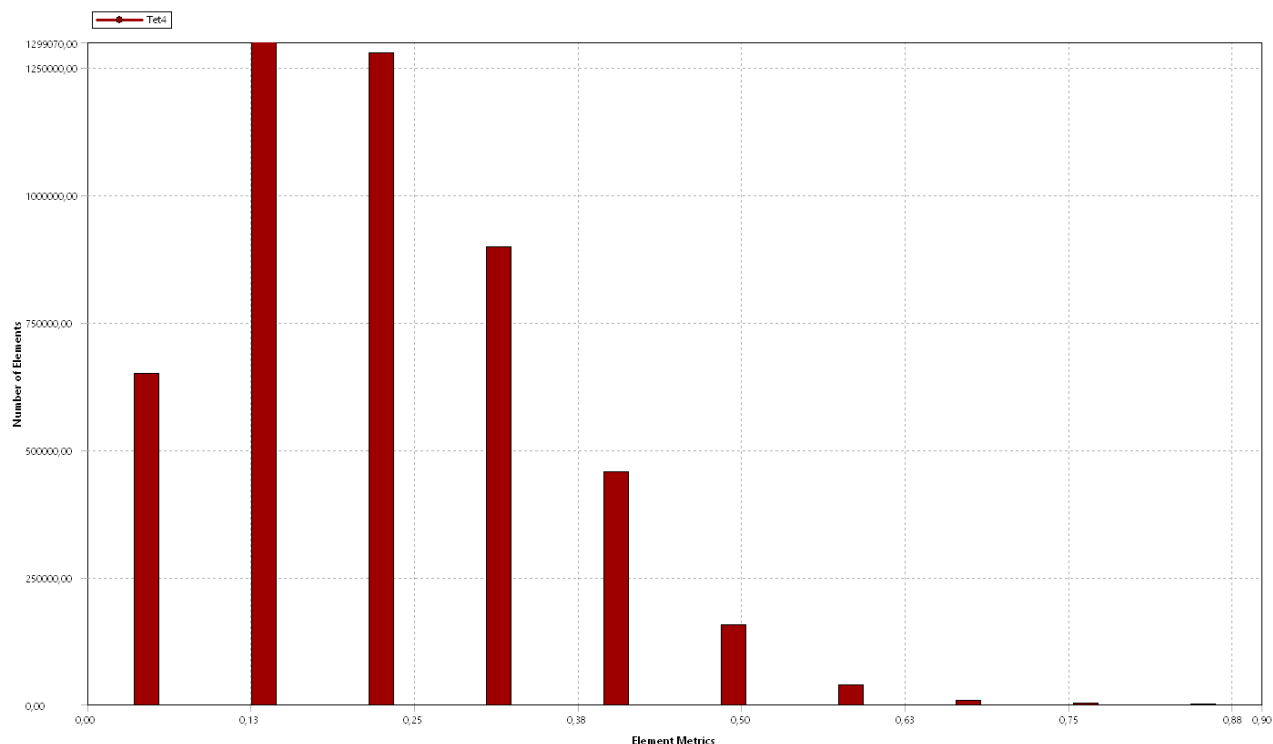


Figura 3: Gráfico de deformação dos elementos “Skewness”

O método de solução utilizado foi o ‘Discrete Ordinates’ para modelos de radiação. Esse método é uma boa escolha para análises com objetos opacos. E seu grupo de formulação contribui para o tipo de geometria e análise proposta;

$$e_s = n^2 \epsilon_w \sigma T_w^4 \quad \text{- Emissão da superfície da parede}$$

$$d_r = f_d (1 - \epsilon_w) q_i \quad \text{- Energia difusa refletida}$$

$$s_r = (1 - f_d) (1 - \epsilon_w) q_i \quad \text{- Energia especular refletida}$$

$$a_w = \epsilon_w q_i \quad \text{- Absorção na superfície da parede}$$

Onde f_d é a fração difusa, n é o índice refrativo do meio adjacente, ϵ_w é a emissividade da parede, σ é a constante de Boltzmann, e T_w é a temperatura da parede. Essas são algumas equações utilizadas nesse método de solução pelo Fluent. A descrição completa sobre como o método ‘Discrete Ordinates’ funciona é encontrada no “user’s guide” do ansys.

A solução foi caracterizada para a situação de incidência solar em Brasília com coordenadas de latitude $-15,98961^\circ$ e longitude $-48,0443975^\circ$. Já considerando o caso mais extremo onde não haverá ventos fortes para refrigerar e o sistema de refrigeração interno também não será considerado, dessa maneira é possível determinar se os materiais escolhidos suportam a condição menos favorável. Se suportar essa condição, então não há necessidade da inclusão de outros detalhes na análise pois a intenção é concluir se a temperatura será um problema ou não.

A incidência de radiação na figura X é específica do mês de junho coletada as 13hrs de um dia com céu completamente limpo e considerando temperatura ambiente de 300 Kelvin ($\sim 27^{\circ}\text{C}$).

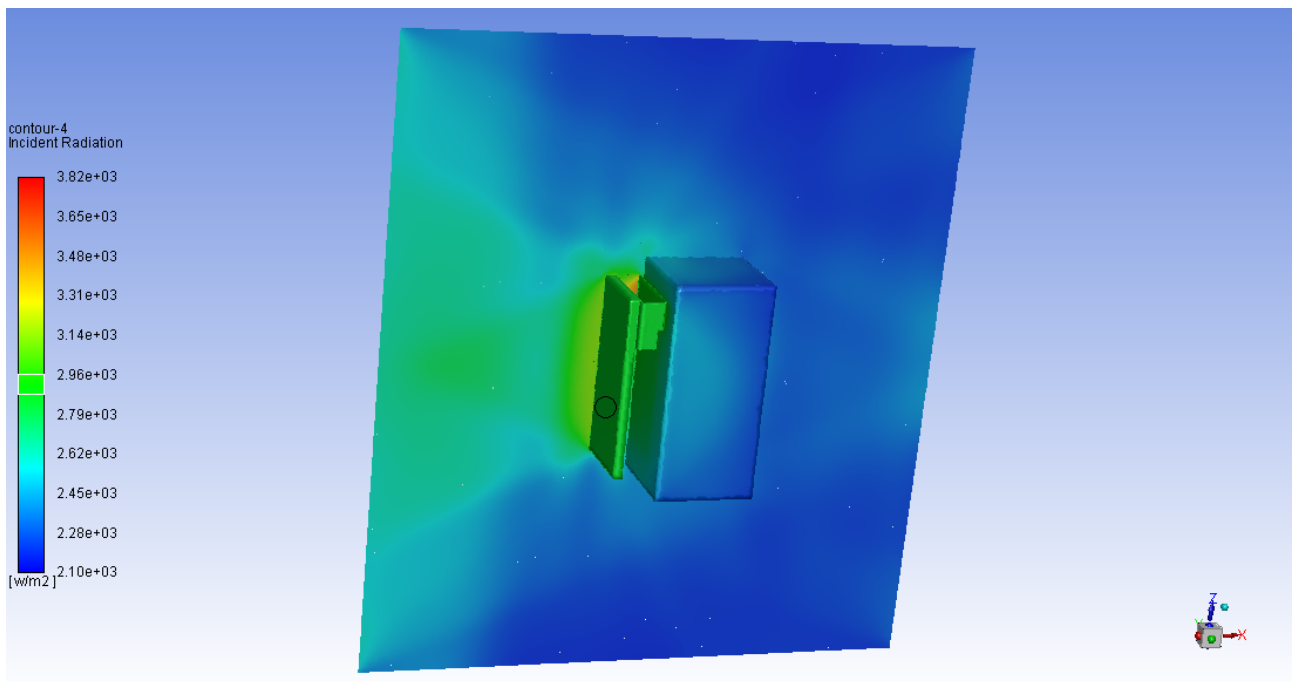


Figura 4: Incidência de radiação (Sol à esquerda)

A máxima incidência mostrada na legenda não é vista na imagem com clareza porque é um ponto de concentração causado pela malha, mas conseguimos visualizar com facilidade a distribuição da radiação solar na estrutura que está de frente para o sol (Marcações em verde). Com essa incidência solar, a temperatura pode ser verificada na figura X.

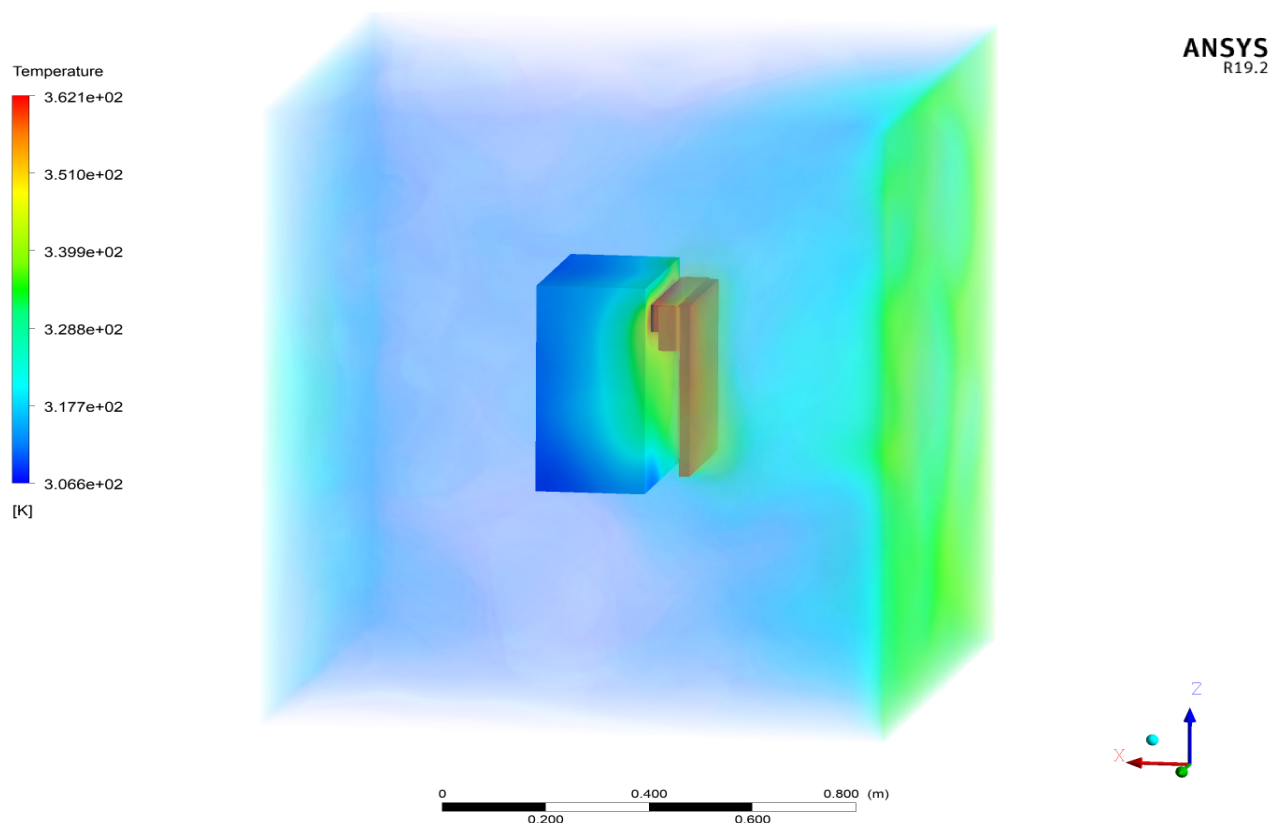


Figura 5: Vista volumétrica da temperatura (Sol à direita)

Percebemos que a placa fotovoltaica absorve bastante calor chegando à temperatura de 360 Kelvin (86,85°C) e também transmite parte desse calor para a caixa.

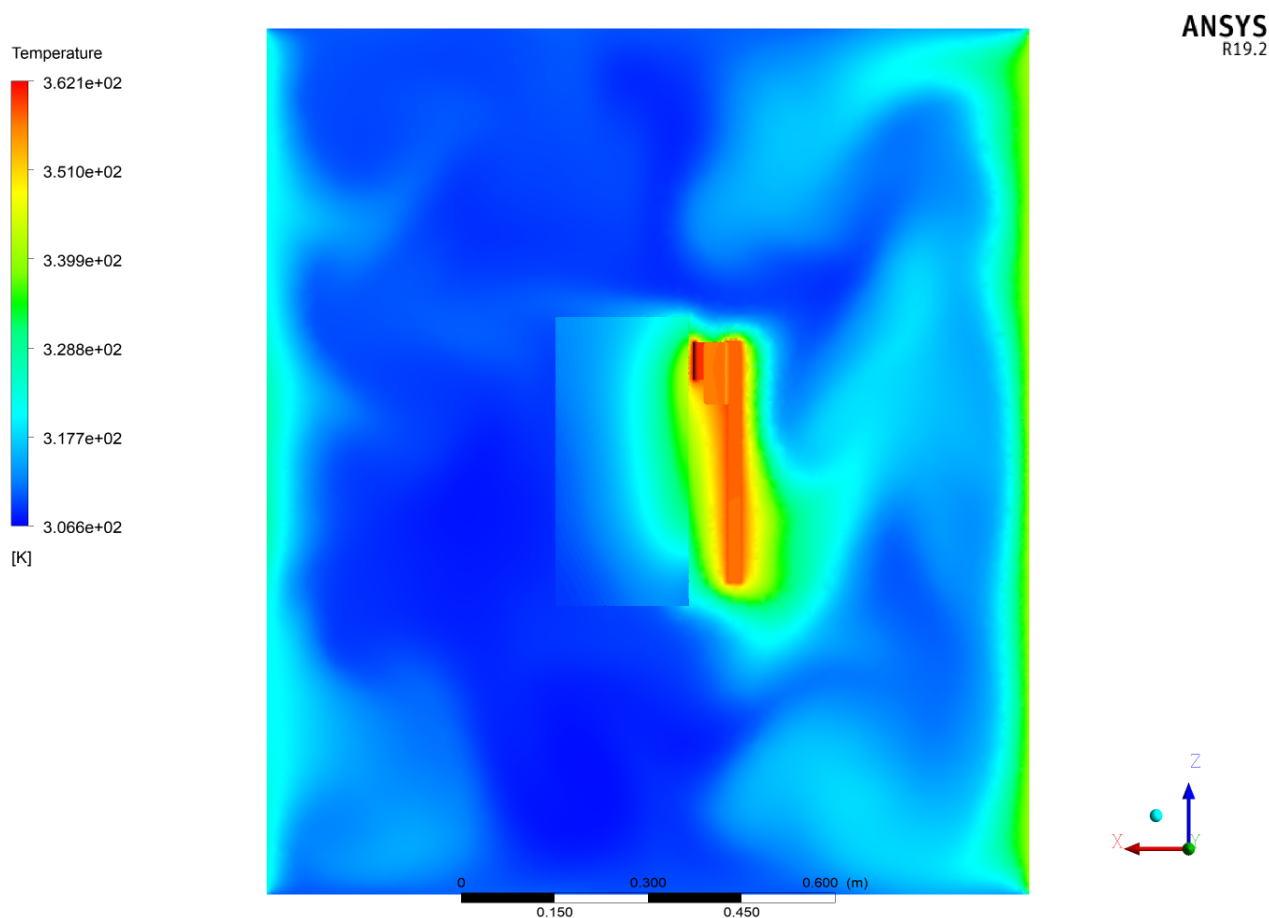


Figura 6: Vista 2D da distribuição de temperatura (Sol à direita)

Portanto, com os parâmetros apresentados da incidência solar podemos garantir a integridade física do painel solar e da estrutura. A caixa não absorve calor tão rápido como a placa, mas ainda absorve o suficiente para chegar a temperatura de 340 Kelvin (66,85°C) no contato com o alumínio do suporte da placa fotovoltaica. Já dentro da caixa a temperatura chega no máximo de 320 Kelvin (46,85°C) e mantém a média menor que 45°C no restante da estrutura da caixa. Os eletrônicos escolhidos suportam as temperaturas apresentadas e pelas especificações técnicas não vão sofrer danos na pcb. Qualquer desvio de aferição no sensoriamento pode ser evitada com tratamento de dados para eliminar os possíveis ruídos digitais.

Referências

ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL : Banco de dados solarimétricos – Disponível em (http://cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf) Acesso em 24/10/2020

Discrete Ordinates (DO) Radiation Model Theory – Disponível em (<https://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/th/node115.htm>) Acesso em 24/10/2020