

Capítulo 1

Especificação

Apresenta-se neste capítulo do projeto de engenharia a concepção, a especificação do sistema a ser modelado e desenvolvido.

1.1 Características gerais

O *software* Simulador de difusão térmica 3D, é um software programado sob o Paradigma Orientado ao Objeto em C++, capaz de simular a transferência de calor em objetos tridimensionais, com formas e superfícies complexas e definidas pelo usuário, o qual também pode definir quais materiais constituem o objeto, e qual o método utilizado para calcular as propriedades termofísicas para cada material. Também é permitido a renderização 3D do objeto, e salvar os resultados em formato pdf.

Para resolver o problema da transferência do calor, é modelado a equação diferencial por diferenças finitas implícitas, especificamente pelo método BTCS (*Backward Time Centered Space*), que é incondicionalmente estável. As condições iniciais, são inseridas pelo usuário, e as condições de contorno externo são definidas por regiões que não trocam calor com o meio externo (condição de contorno de Neumann).

Nome	Simulador de difusão térmica 3D
Componentes principais	Método numérico implícito BTCS. Métodos de correlação e interpolação para propriedades termofísicas. Renderização 3D.
Missão	Simulador de transferência de calor em objetos 3D com superfícies complexas, formado por materiais com propriedades dependentes da temperatura. E auxiliar no ensino das diversas disciplinas abrangidas por este trabalho.

Tabela 1.1: Características básicas do programa

1.2 Especificação

Deseja-se desenvolver um software com interface gráfica amigável ao usuário, onde seja possível desenhar o objeto 3D, por meio de perfis, com o usuário escolhendo a temperatura e o material. A simulação é governada pela Equação da Difusão Térmica, a qual é modelada por diferenças finitas, pelo método BTCS, com fronteiras seladas.

Na dinâmica de execução, o usuário deverá escolher o tamanho do objeto, a temperatura, em qual perfil está desenhando, o material e suas propriedades termofísicas, e um ponto de monitoramento e estudo. O usuário terá a liberdade para utilizar um dentre três métodos para obter as propriedades dos materiais: propriedades constantes, correlação e interpolação.

Após os desenhos do usuário e colocado o simulador para rodar, o simulador irá calcular a temperatura iterativamente em cada ponto, e só passará para o próximo tempo se o erro entre iterações for menor que um valor aceitável. Posteriormente, o desenho será atualizado e mostrará a nova distribuição de temperatura, e plotará os gráficos com os novos valores calculados.

O software será programado em C++, com paradigma orientado ao objeto, utilizando a biblioteca *Qt* para criar a interface do usuário, e *qcustomplot* para gerar os gráficos.

Para calcular as propriedades termofísicas dos materiais, são utilizados três modelos: propriedades constantes, por correlação e por interpolação.

Os principais termos e suas unidades utilizadas neste projeto estão listadas abaixo:

- Dados relativos ao material:
 - c_p - capacidade térmica [$J/g \cdot K$]
 - k - condutividade térmica [$W/m \cdot K$]
 - ρ - massa específica [kg/m^3]
- Dados relativos ao objeto
 - $\Delta x, \Delta y$ - distância entre os centros dos blocos, valor inicial: 1px=0.0026m [m];
 - Δz - distância entre perfis, valor inicial: 0.05m [m];
 - T - temperatura no nodo [K];
- Variáveis usadas na simulação:
 - i - posição do nodo em relação ao eixo x;
 - k - posição do nodo em relação ao eixo y;
 - g - qual grid/perfil está sendo analisado;
 - t - tempo atual;
 - ν - número da iteração.

1.2.1 Requisitos funcionais

Apresenta-se a seguir os requisitos funcionais.

RF-01	O programa deve ter uma interface gráfica amigável.
RF-02	O usuário tem a liberdade de desenhar qualquer objeto 3D, escolhendo também sua temperatura em cada ponto.
RF-03	O usuário tem a liberdade de escolher o material em cada ponto do objeto, juntamente com o método para obter as propriedades termofísicas.
RF-04	O usuário poderá escolher um ponto de estudo, cuja temperatura será monitorada ao longo do tempo, juntamente com todas as linhas cardeais partindo desse ponto.
RF-05	O usuário poderá escolher uma região de fonte ou sumidouro.
RF-06	O usuário poderá salvar e/ou carregar dados da simulação.
RF-07	O usuário poderá salvar os resultados da simulação em um arquivo pdf.
RF-08	O usuário pode adicionar materiais no simulador, e escolher a forma de calcular suas propriedades termofísicas: constante, correlação ou interpolação.
RF-09	O usuário poderá comparar as propriedades termofísicas dos materiais.
RF-10	O usuário poderá acompanhar a evolução da temperatura em uma superfície 2D em todo intervalo de tempo.
RF-11	O usuário poderá visualizar o objeto 3D desenhado em uma janela separada.

1.2.2 Requisitos não funcionais

RNF-01	Os cálculos devem ser feitos utilizando-se o método numérico de diferenças finitas BTCS.
RNF-02	O programa deverá ser multi-plataforma, podendo ser executado em <i>Windows</i> , <i>GNU/Linux</i> ou <i>Mac</i> .

RNF-03	A performance do programa pode ser alterada com a mudança do modelo de paralelismo.
RNF-04	A interface gráfica deve ser desenvolvida pela biblioteca Qt.
RNF-05	O usuário pode definir as propriedades físicas da simulação, como intervalo de tempo e espaço.

1.3 Casos de uso

Tabela 1.2: Exemplo de caso de uso

Nome do caso de uso:	Cálculo da temperatura
Resumo/descrição:	Cálculo da distribuição de temperatura em determinadas condições.
Etapas:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escolha da temperatura e do material 2. Desenhar o objeto desenhado 3. Escolher um ponto de estudo 4. Rodar a simulação e analisar resultados 5. Salvar objeto e resultados em pdf
Cenários alternativos:	Um cenário alternativo envolve uma entrada de propriedades de um metal obtidas em laboratório, escolher se essas propriedades vão ser calculadas por correlação ou interpolação.

1.3.1 Diagrama de caso de uso geral

O diagrama de caso de uso geral da Figura 1.1 mostra o usuário desenhando um objeto com material padrão do simulador, escolhendo um ponto de estudo, rodando a simulação, analisando os resultados e salvando o objeto e resultados em pdf.

1.3.2 Diagrama de caso de uso específico

O caso de uso específico na Figura 1.2 mostra um cenário onde o usuário quer utilizar os valores da condutividade térmica obtidos em laboratório. Ele deve montar um arquivo .txt com esses valores (a forma de criar esse arquivo é descrito no Apêndice B), e carregar no simulador.

O usuário terá a liberdade de comparar seu material com outros padrões do simulador, e escolhe-lo para o desenho do objeto.

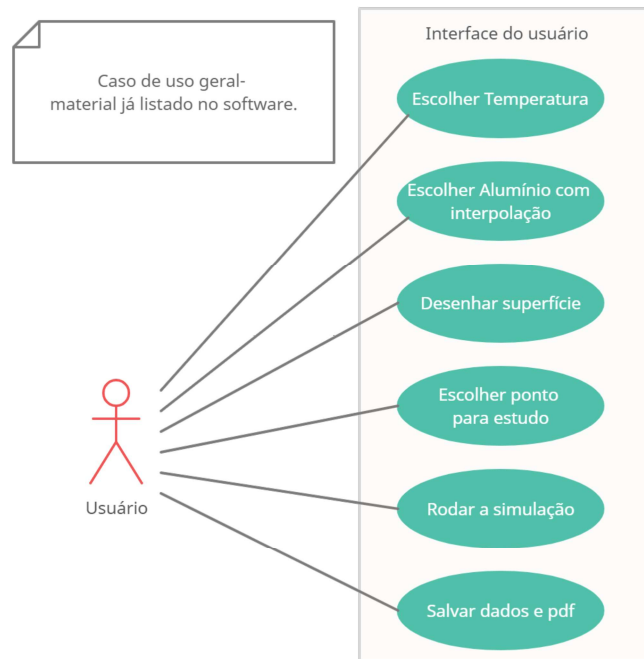


Figura 1.1: Diagrama de caso de uso – Caso de uso geral

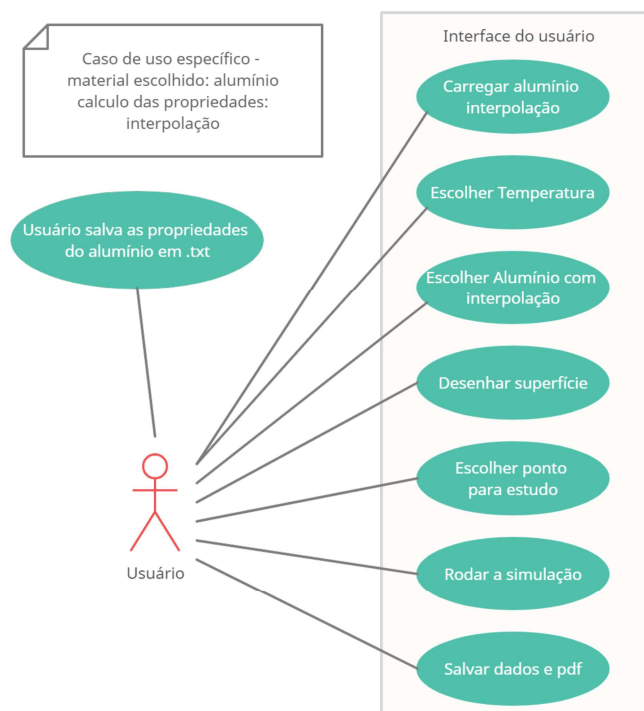


Figura 1.2: Diagrama de caso de uso específico