



Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
Colegiado de Ciência da Computação
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação

**Um Modelo Multiagente em *Bitstring* em *CUDA* para Simular a Propagação de
Hipotéticas Doenças Baseadas em Modelagem Compartmental Tipo *SEIRS***

Wesley Luciano Kaizer

CASCABEL
2016

WESLEY LUCIANO KAIZER

**UM MODELO MULTIAGENTE EM *BITSTRING* EM *CUDA* PARA
SIMULAR A PROPAGAÇÃO DE HIPOTÉTICAS DOENÇAS BASEADAS
EM MODELAGEM COMPARTIMENTAL TIPO *SEIRS***

Monografia apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da
Computação, do Centro de Ciências Exatas e Tec-
nológicas da Universidade Estadual do Oeste do
Paraná - Campus de Cascavel

Orientador: Prof. Dr. Rogério Luís Rizzi

CASCABEL
2016

WESLEY LUCIANO KAIZER

**UM MODELO MULTIAGENTE EM *BITSTRING* EM *CUDA* PARA
SIMULAR A PROPAGAÇÃO DE HIPOTÉTICAS DOENÇAS BASEADAS
EM MODELAGEM COMPARTIMENTAL TIPO *SEIRS***

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em
Ciência da Computação, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel,
aprovada pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. Rogério Luís Rizzi (Orientador)
Colegiado de Matemática, UNIOESTE

Profa. Dra. Claudia Brandelero Rizzi
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Prof. Dr. Guilherme Galante
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Cascavel, 20 de junho de 2016

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas e Siglas

CUDA	<i>Compute Unified Device Architecture</i>
SEIRS	Modelo Compartmental Suscetível, Exposto, Infectado, Recuperado e Suscetível
API	<i>Application Programming Interface</i>

Lista de Símbolos

α *Alfa*
 β *Beta*
 δ *Delta*
 γ *Gama*

Sumário

Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas	viii
Lista de Símbolos	ix
Sumário	x
Resumo	xii
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	1
1.2 Motivação e Justificativas	2
1.3 Organização do Trabalho	2
2 Fundamentos	3
2.1 Introdução a Epidemiologia Computacional e Textos Correlatos	3
2.2 Tipos de Modelos, Classificação, entre outros	3
2.3 Agentes e Multiagentes	3
2.4 Modelagem em Operadores e Bitstring (Compartmental, Operadores, Bitstring)	3
2.5 Refinamento do Modelo	3
3 Metodologias Computacionais	4
3.1 Introdução	4
3.2 SIMULA	4
3.3 Estruturas de Dados, Linguagens, etc.	4
3.4 CUDA e OpenMP	4
4 Soluções	5
4.1 Introdução	5

4.2	Normal com CUDA e OpenMP	5
4.3	Bitstring com CUDA e OpenMP	5
4.4	Discussões Qualitativas, Quantitativas, Eficiência, Acurácia	5
5	Resultados e Discussões	6
5.1	Introdução	6
5.2	Cases: Discutir Simulações na 445, 445 + Vizinhas e etc.	6
	Glossário	7

Resumo

Palavras-chave: Epidemiologia, Sistemas multiagentes, Modelos compartimentais, modelagem *bitstring*, plataforma computacional paralela *CUDA*

Capítulo 1

Introdução

1.1 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver e implementar um modelo multiagente, com formulação em *bitstring*, para simular computacionalmente a propagação de hipotéticas doenças que possam ser modeladas por modelos compartimentais tipo *SEIRS*. A solução computacional do modelo contemplará uma implementação em *Compute Unified Device Architecture* (*CUDA*) para extrair máxima eficiência computacional. Para alcançar este objetivo é necessária a conclusão de objetivos mais específicos que contemplam:

1. Revisão bibliográfica nas temáticas pertinentes ao trabalho, incluindo temas como epidemiologia computacional, modelagem compartimental, sistemas multiagentes, formulação *bitstring*, estruturas de dados e plataforma computacional paralela *CUDA*.
2. Desenvolvimento e implementação de um modelo multiagente em *bitstring*, baseado em formulação compartimental.
3. Paralelização do sistema multiagente de simulação em *bitstring* utilizando a plataforma computacional paralela *CUDA*.
4. O emprego e o aperfeiçoamento de uma ferramenta computacional para viabilizar e otimizar as fases de pré-processamento, processamento e pós-processamento da simulação, como as etapas de configuração e visualização dos resultados obtidos.
5. Realização de experimentos numérico-computacionais visando verificar a acurácia da solução bem como sua eficiência computacional.

1.2 Motivação e Justificativas

Este trabalho tem as seguintes motivações e justificativas:

- O estudo e aplicação de modelos compartimentais em epidemiologia computacional é interessante pois mostram-se poderosos e flexíveis à modelagem de hipotéticas doenças.
- O uso de agentes computacionais em simulações permite sua modelagem mais realística e facilita sua posterior paralelização.
- A técnica de modelos de agentes em *bitstring* é relativamente nova e relevante, pois possibilita a modelagem de agentes computacionais de forma sucinta e eficiente, evitando desperdícios de memória e facilitando a implementação na plataforma *CUDA*.
- O uso da plataforma *CUDA* é atrativo por possibilitar a paralelização massiva do sistema implementado, proporcionando ganhos de desempenho desejáveis em experimentos computacionais que serão realizados.

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: no Capítulo 2 é apresentada e discutida a fundamentação teórica utilizada para a realização deste trabalho, envolvendo temáticas como a epidemiologia computacional, modelagem compartimental, sistemas multiagentes e modelagem *bitstring*. No Capítulo 3 são apresentados os métodos utilizados para a modelagem, implementação e teste do sistema multiagente, como estruturas de dados, linguagens, APIs e demais softwares de apoio. No Capítulo 4 são discutidas as implementações realizadas e demais discussões sobre. Por fim o Capítulo 5 discute resultados obtidos por testes executados utilizando a implementação realizada.

Capítulo 2

Fundamentos

- 2.1 Introdução a Epidemiologia Computacional e Textos Correlatos**
- 2.2 Tipos de Modelos, Classificação, entre outros**
- 2.3 Agentes e Multiagentes**
- 2.4 Modelagem em Operadores e Bitstring (Compartimental, Operadores, Bitstring)**
- 2.5 Refinamento do Modelo**

Capítulo 3

Metodologias Computacionais

3.1 Introdução

3.2 SIMULA

3.3 Estruturas de Dados, Linguagens, etc.

3.4 CUDA e OpenMP

Capítulo 4

Soluções

4.1 Introdução

4.2 Normal com CUDA e OpenMP

4.3 Bitstring com CUDA e OpenMP

4.4 Discussões Qualitativas, Quantitativas, Eficiência, Acurácia

Capítulo 5

Resultados e Discussões

5.1 Introdução

5.2 Cases: Discutir Simulações na 445, 445 + Vizinhas e etc.

Glossário