



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

GUSTAVO SILVA RIBEIRO

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS -
UNIDADE LEOPOLDINA**

Curso Técnico em Informática

Professor Orientador: Maicon Stihler

Leopoldina
Setembro/2020



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS -
UNIDADE LEOPOLDINA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das atividades para obtenção do título de Técnico em Informática do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

Leopoldina
Setembro/2020

APROVAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

Gustavo Silva Ribeiro

Resumo: Este relatório tem por finalidade apresentar o desenvolvimento do projeto “Simulações Computacionais da dinâmica dos fluídos em ambiente paralelo usando Lattice-Gas”. O objetivo deste trabalho é apresentar a aplicação do método autômato celular Lattice-Gas aos problemas de dinâmica dos fluidos, assim como avaliar o seu desempenho em ambientes de computação paralela recentes.

Palavras-chave: Dinâmica dos Fluidos Computacional, Lattice-Gas autômato celular, Computação de Alto Desempenho

Maicon Stihler

Orientador do Estágio do Curso Técnico em Informática - CEFET-MG

Joventino de Oliveira Campos
Supervisor de Estágio da empresa

Gustavo Silva Ribeiro
Estagiário(a) - CEFET-MG

Leopoldina
Setembro/2020

SUMÁRIO



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

INTRODUÇÃO	5
APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	6
ATIVIDADES REALIZADAS	8
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	8
IMPLEMENTAÇÃO AUTÔMATO CELULAR	8
MÉTODO LATTICE-GAS	8
MODELO HPP	9
MODELO FHP	11
PARALELO ENTRE AS ATIVIDADES REALIZADAS COM AS DISCIPLINAS CURSADAS	11
PRINCIPAIS DIFICULDADES NO ESTÁGIO	12
ATIVIDADES QUE CONTRIBUÍRAM PARA APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL	12
ATIVIDADES QUE CONTRIBUÍRAM PARA APERFEIÇOAMENTO PESSOAL	12
CONCLUSÃO	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Dados do Estagiário

Aluno: Gustavo Silva Ribeiro

Ano de Conclusão das Aulas Teóricas: 2020

Telefone/Celular: (32) 99915-8043

E-mail: gutavo726@gmail.com

Dados da Empresa

Empresa: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Leopoldina

Telefone: (32) 3449-2300

E-mail: ensino@leopoldina.cefetmg.br

Supervisor(a) da Empresa:

Nome: Joventino de Oliveira Campos

Cargo: Professor

Telefone: (32) 98439-7245

E-mail: joventino@cefetmg.br

Área na Empresa onde foi realizado o estágio:

Setor(es): Laboratório de Iniciação Científica e Extensão de Computação

Data de início: 01/03/2020

Data de término: 28/02/2021

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) foi criado em 23 de setembro de 1909 pelo presidente Nilo Peçanha, através do Decreto nº 7.566 [1]. Seu primeiro nome foi Escola de Aprendizes Artífices de Minas Gerais. Sua primeira unidade foi instalada em Belo Horizonte, na Avenida Afonso Pena, Figura 1.



Figura 1: CEFET-MG Campus Belo Horizonte

O estágio referente a este relatório foi realizado através de uma iniciação científica do curso de Informática, no Campus Leopoldina, Figura 2. Este Campus surgiu em 13 de março de 1987, quando foi promulgada a portaria de criação da primeira unidade de ensino descentralizada do CEFET-MG. O ensino técnico do CEFET/MG teve seu marco, em Leopoldina, no dia 23 de março, dia da aula inaugural dos Cursos Técnicos em Eletrotécnica e Mecânica.



Figura 2: CEFET-MG Campus Leopoldina



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

O CEFET-MG tem como missão promover a educação tecnológica pública, de excelência, gratuita e laica, por meio do ensino técnico de nível médio, da graduação e da pós-graduação, da pesquisa e da extensão, assegurando a formação socialmente responsável de cidadãos crítico-reflexivos e éticos. Sua visão é ser uma instituição referência de solidez e excelência no ensino público (técnico de nível médio, graduação e pós-graduação), na pesquisa e extensão, na inovação, no desenvolvimento e na divulgação da ciência, da tecnologia e da produção artística, contribuindo para a mudança social, a sustentabilidade, a preservação da cultura e da história e o respeito às diversidades e diferenças.

3. ATIVIDADES REALIZADAS

3.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

3.1.1 IMPLEMENTAÇÃO AUTÔMATO CELULAR

A tarefa inicial do projeto foi a implementação de um simples autômato celular, criado pelo matemático John Holton Conway, em 1970, conhecido como “Jogo da Vida”, este simula alterações em populações de seres vivos baseados em regras locais simples, as quais são: uma célula permanece viva, no próximo passo de tempo, se ela possuir dois ou três vizinhos vivos, se não a mesma morre; uma célula morta pode ficar viva, no próximo passo de tempo, se ela possuir três vizinhos vivos.

A Figura 3 apresenta o resultado do autômato celular em dois diferentes passos de tempo, apresentando o padrão formado a partir de um condição inicial.

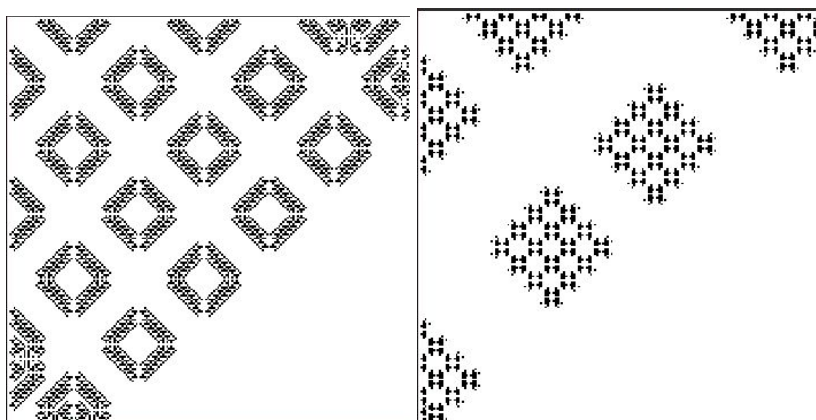


Figura 3: Simulação do Jogo da Vida.

3.1.2 MÉTODO LATTICE-GAS

Entendido o funcionamento dos autômatos celulares, a segunda tarefa foi a implementação do método de Lattice-Gas que é um autômato celular que procura simular a dinâmica dos fluidos. Como autômatos celulares, estes modelos compreendem uma rede, onde os nós sobre a rede podem assumir um certo número de estados diferentes. Cada nó é conectado a seus vizinhos por ligações. Os vários estados são partículas com certas velocidades. A evolução é feita em intervalos de tempo discretos. A cada atualização, o estado de um dado nó pode ser determinado pelo seu próprio estado e pelo estado dos nós vizinhos antes da

atualização. O estado de cada sítio é booleano. A cada intervalo de tempo, dois processos são executados: propagação e colisão. No processo de propagação, cada partícula se moverá para o nó vizinho determinado pela velocidade que possui. Sem colisões, uma partícula com uma velocidade para cima irá, após o incremento de tempo, manter a velocidade, mas será movida para o nó vizinho acima do nó original. O princípio de exclusão proíbe que duas ou mais partículas se desloquem sobre uma ligação na mesma direção. No processo de colisão, regras de colisão são utilizadas para determinar o que acontece se mais de uma partícula chegar ao mesmo nó. Essas regras de colisão são necessárias para manter a conservação de massa e conservação de momento total. A equação deste modelo é definida por:

$$\eta_i(x + e_i, t + 1) = \eta_i(x, t) + \Delta_i(\eta_i(x, t)), \quad i = 0, \dots, l - 1$$

onde $\eta_i(x, t)$ são variáveis booleanas, l é o número de direções de velocidade que a partícula pode assumir, Δ é o operador de colisão, x é o espaço, t é o tempo e e_i é a direção[2].

3.1.3 MODELO HPP

A terceira tarefa foi o desenvolvimento do modelo HPP, que é o primeiro LGAC (Lattice Gas Autômato Celular), o mesmo é definido em uma malha retangular bidimensional. A regra do HPP descrevendo a evolução de um estado de uma célula consiste de duas etapas: colisão e propagação. A fase de colisão descreve como partículas entrando no mesmo nó irão interagir umas com as outras e como a trajetória dessas partículas será afetada. Na fase de propagação, as partículas movem-se para o nó vizinho mais próximo, na direção correspondente a sua direção de movimento[3].

A partir disso, foram realizadas duas simulações, a primeira consiste na dispersão de um gás em ambiente fechado, no qual é dividido em duas partes por uma parede com uma abertura que permite a passagem das partículas de um lado para o outro, como é possível ver na figura 4. Já a segunda simulação também consiste em um ambiente fechado, porém com uma inicialização aleatória para o gás, e um quadrado com densidade alta de gás no canto inferior esquerdo da Figura 5.

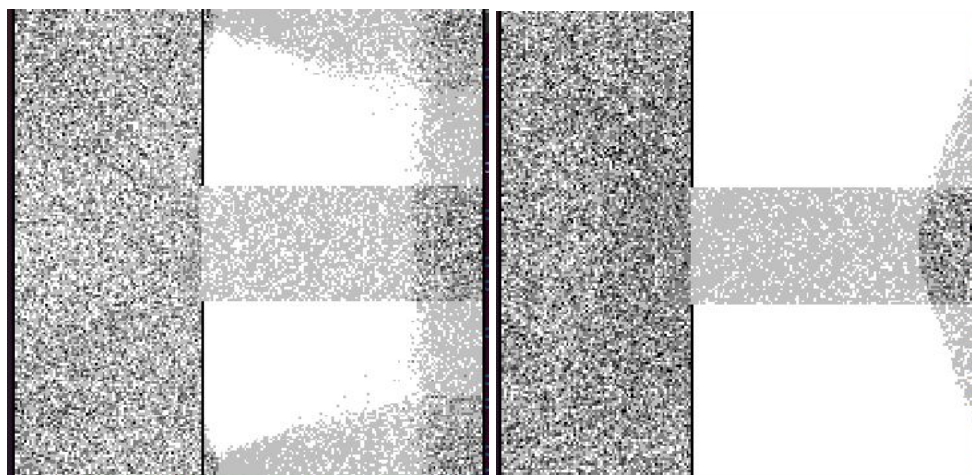


Figura 4: Parede retraindo gás, simulação feita com modelo HPP

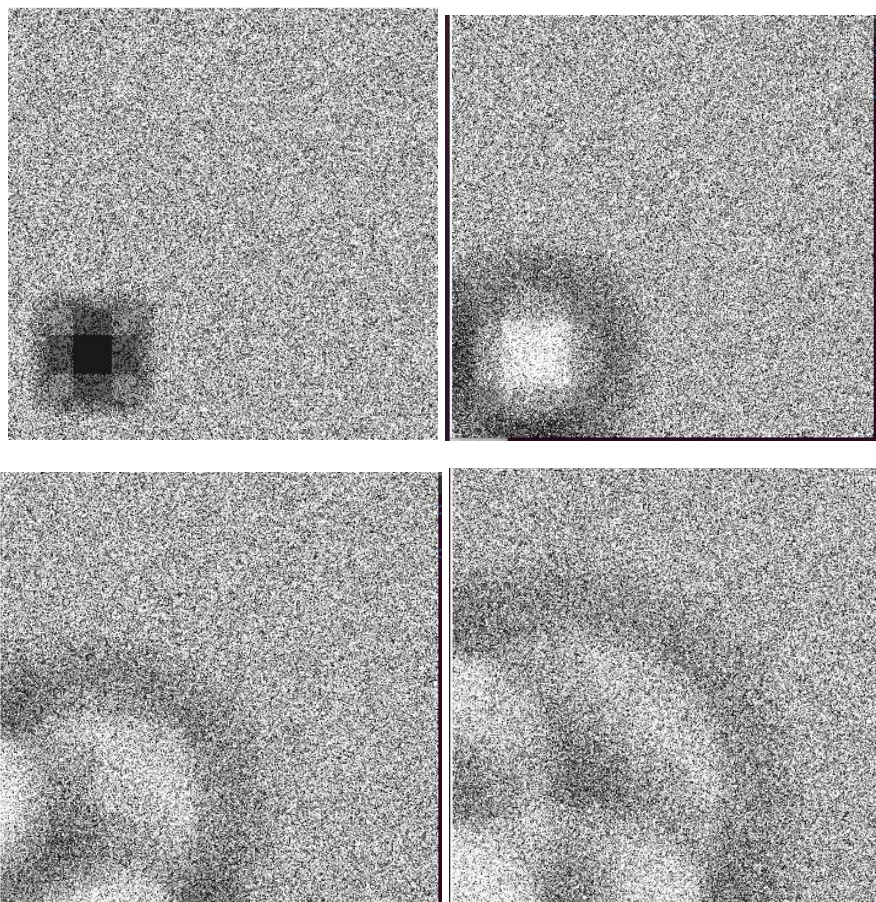


Figura 5: Simulação do HPP com um quadrado de alta densidade.

3.1.4 MODELO FHP

A próxima tarefa realizada foi a implementação do modelo FHP, que é outro LGAC, e é uma evolução do modelo HPP. A diferença entre tais modelos é a quantidade de direções de velocidades que no HPP são 4 e no FHP passam a ser 6. Com isso gera um aumento das possibilidades de colisões e consequentemente uma maior complexidade no operador de colisão. Ao longo do desenvolvimento do modelo FHP, foram implementadas várias técnicas para o cálculo da densidade das partículas e da velocidade utilizando a ferramenta ParaView para a visualização[4]. Os resultados seguem abaixo na Figura 6.

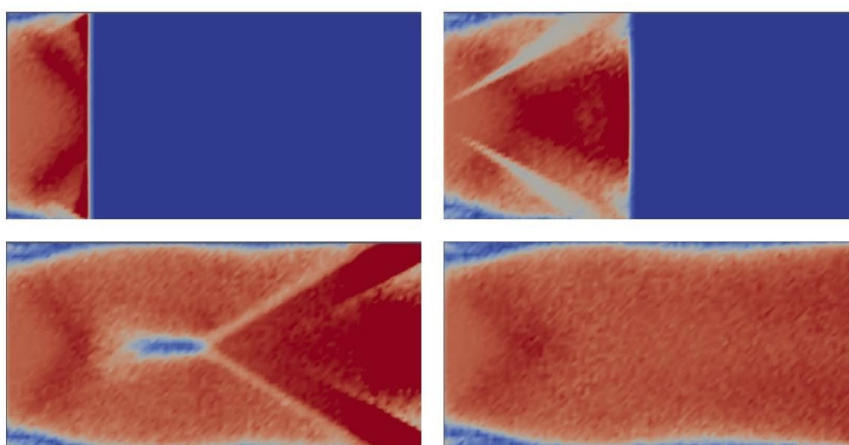


Figura 6: Simulação modelo FHP utilizando o ParaView.

Foram aplicados métodos de programação paralela, usando OpenMp, para tentar melhorar a eficiência do código FHP introduzindo uma simulação de um fluido por um “tubo”, e foi usado então a programação paralela para dividir em diferentes threads e acelerar a simulação [5].

3.2 PARALELO ENTRE AS ATIVIDADES REALIZADAS COM AS DISCIPLINAS CURSADAS

As implementações do método foram feitas utilizando as linguagens de programação C e C++, linguagens essas que aprendemos nas disciplinas Laboratório de Lógica de Programação (LLPA) e Estrutura de Dados. Durante a implementação fomos realizando testes, com o objetivo de validar o código desenvolvido.

3.3 PRINCIPAIS DIFICULDADES NO ESTÁGIO

Durante o período de estágio tivemos que aprender técnicas e ferramentas que ainda não tínhamos estudado durante o curso, como a implementação de programação paralela, a fim de otimizar os códigos e utilizar as ferramentas ParaView e Glut que nos possibilitam uma visualização gráfica das implementações.

Além disso, passamos por uma pandemia do vírus conhecido como Covid-19, com isso, tivemos que nos relacionar através de ferramentas como o Skype e Microsoft Teams, para organizar as reuniões semanais do projeto e substituir os horários que trabalhávamos no Lince (Laboratório de Iniciação Científica e Extensão da Computação).

3.4 ATIVIDADES QUE CONTRIBUÍRAM PARA APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL

O LGAC (Lattice Gas Autômato Celular) possui grande potencial para computação paralela, devido ao grande número de operações que podem ser feitas simultaneamente. Então, estudamos a biblioteca OpenMP para realizarmos uma implementação paralela para o LGAC. Como durante o curso de informática não temos nenhuma matéria sobre programação paralela, acho que o aprendizado deste método de programação foi um grande aperfeiçoamento profissional para mim.

3.5 ATIVIDADES QUE CONTRIBUÍRAM PARA APERFEIÇOAMENTO PESSOAL

Através do estágio, ao meu ver, obtive um grande aperfeiçoamento pessoal, descobri vários pontos que eu precisava evoluir. Os códigos, implementados durante o projeto, foram feitos com mais de um programador e com essa experiência melhorei minha comunicação e também aprendi a trabalhar em equipe.



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

4. CONCLUSÃO

O balanço de todo o estágio é muito positivo, pois foi uma fase de grande crescimento na formação tanto pessoal quanto profissional, foi um período de muito aprendizado e muito aprofundamento dos conhecimentos teóricos e práticos.

Através do estágio, consegui colocar em prática grande parte do conhecimento obtido com o curso técnico e hoje tenho a certeza que quero seguir com minha atuação na área da informática. Na minha opinião todos devem passar por essa experiência incrível que é o estágio.

Por fim, concluo que o estágio é uma experiência muito importante para o desenvolvimento da carreira de todo profissional, além de ter a possibilidade de confirmar sua escolha de sua carreira, assim ressalta a importância do mesmo ser atividade obrigatória na grande maioria das instituições.



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CEFETMG, Centro Federal de Educação Tecnológica. Disponível em: <<https://www.cefetmg.br/instituicao/historia/>>. Acesso em: 29 de set. de 2020.
- [2] WEIMAR, J. R. Simulation with cellular automata. Berlin: Logos Verlag Berlin, 1998, 208 p.
- [3] THUMÉ, Gabriela S. Autômatos Celulares. **SlideShare**, 2011. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/iaudesc/autmatos-celulares-8250586/>>. Acesso em: 07 de jun. de 2020.
- [4] Wolf-Gladrow, Dieter A..Lattice-Gas Cellular Automata and Lattice Boltzmann Models- An Introduction, 2005. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/11747817.pdf>>. Acesso em: 07 de jun. de 2020.
- [5] Programação Paralela e Distribuída – OpenMP. DCC-IM / UFRJ Gabriel P. Silva - Bacharelado em Ciência da Computação. Disponível em: <https://www.cenapad.unicamp.br/servicos/treinamentos/apostilas/apostila_openmp.pdf>. Acesso em: 07 de jun. de 2020.