



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA - UNIPAMPA
CADASTRO DE PROJETO INSTITUCIONAL



Dados do Projeto

Número de Registro:	2025.PE.AL.3983	Código:	3983
Coordenador:	Claudio Schepke	Controle:	75610
Área:	Pesquisa	Unidade Origem:	CAMPUS ALEGRETE
Modalidade:	Projeto de Pesquisa	Telefone:	55999849730
Título:	Computação Aplicada		
Execução:	De 01/04/2025 a 30/09/2028		
Autoriza Publicação Resumo:	Sim	Área de Conhecimento:	Ciências Exatas e da Terra
Formação Continuada:	Não informado		
Grupo de Pesquisa:	LEA: Laboratório de Estudos Avançados em Computação	Possui interação com o setor produtivo:	Não
Cooperação interinstitucional dentro do país:	Sim	Cooperação interinstitucional fora do país:	Sim
Situação do Projeto:	Registrado		
Palavras-chave:	Computação Científica / Processamento de Alto Desempenho / Arquitetura de Computadores / Problemas de Física e Engenharia		

Resumo do Projeto

Este projeto de pesquisa tem por objetivo resolver problemas de cunho científico e de engenharia usando técnicas computacionais. Os problemas objeto de estudo envolvem modelos de simulação de escoamento de fluidos, incluindo meios porosos; reconstrução de séries temporais usando o Método dos Conjuntos Análogos; gestão integrada de recursos hídricos e energéticos regionais; e monitoramento térmico sem contato de pacientes. Para muitos destes problemas é necessário fazer uso de processamento massivamente paralelo, a fim de acelerar a solução ou a qualidade da solução. As soluções computacionais resolvem problemas de impacto social, ambiental e econômico, de caráter inovativo e regional, bem como de inovação científica. Os programas resultantes são produtos de software. Os códigos-fonte poderão ser catalogados como registro de software, para posterior exploração de interessados. Além disso, as abordagens paralelas serão disponibilizadas em repositórios, para que interessados possam acessar o código. Os resultados obtidos serão publicados em artigos de eventos e revistas especializadas.

Introdução e Justificativa

A simulação computacional desempenha um papel crucial em várias áreas, oferecendo percepções valiosas para a compreensão de fenômenos complexos. A aplicação prática dessas simulações é vital, especialmente em contextos como engenharia, onde a precisão e rapidez são essenciais. No entanto, a eficácia dessas simulações muitas vezes é limitada pelo tempo de processamento~\cite{lucca2022}. Ao enfrentar desafios significativos relacionados à eficiência, busca-se por soluções inovadoras para cada um dos problemas tratados neste projeto guarda-chuva.

Objetivos

Este projeto aborda a programação com diretivas paralelas e tem como objetivo explorar técnicas de paralelismo em diferentes trechos de código para um conjunto de aplicações científicas usando interfaces de programação apropriadas como OpenMP e OpenACC. Neste sentido, a programação será desenvolvida em programas reais, avaliando o impacto do uso de pragmas no desempenho de códigos. O objetivo desta pesquisa é otimizar e modificar as aplicações que necessitam grandes tempos de execução. Inicialmente deve-se avaliar todas as melhorias sequenciais no código-fonte. Posteriormente uma ou mais interfaces de programação podem ser adotadas para explorar o hardware paralelo e a garantir performance em processadores atuais. Este objetivo geral decompõe-se em várias metas focadas para cada aplicação. A simulação de Meios Porosos foca na hidrodinâmica do escoamento acoplado de um fluido livre sobre um meio poroso, sendo um sistema heterogêneo composto por uma matriz sólida com seus vazios preenchidos por fluido, de maneira contínua considerando adequadamente o papel de cada fase no transporte através deste sistema. Apesar do Método de Boltzmann de Lattice, que é naturalmente paralelizável, a simulação requer as equações clássicas devido às condições de contorno necessárias. Portanto, pretendemos implementar um esquema de Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD), empregando o Método dos Volumes Finitos para simular e calcular as soluções numéricas que representam o escoamento, explorando assim os desafios associados à modelagem de transições abruptas entre fluxo livre e meios porosos, contribuindo para o avanço na compreensão e simulação destes sistemas complexos. O Método dos Conjuntos Análogos (Analog Ensemble - AnEn) pode ser usado para reconstruir séries temporais incompletas usando séries correlacionadas. Como o método AnEn pode usar dados incluindo diversas variáveis ao longo de longos períodos de tempo, seu custo de armazenamento e computacional pode ser substancial, retardando as reconstruções. Desejamos ter uma versão paralela para Multi-Core e GPU usando diferentes interfaces de programação paralela. A implementação recorre a várias técnicas que buscam minimizar o consumo de memória global da GPU nas várias etapas do algoritmo AnEn, abrindo espaço para conjuntos de dados de entrada maiores. Isso é reforçado ainda mais pelo uso do processamento em lote como uma forma de adaptar automaticamente o tamanho dos conjuntos de dados à memória da GPU disponível. Queremos avaliar o impacto no erro de reconstrução de alterações em vários parâmetros importantes da implementação. Um sistema de monitoramento da temperatura corporal tem como objetivo utilizar sensores de temperatura sem contato físico. Os métodos tradicionais de medição de temperatura exigem o contato direto com a pele/corpo com uma certa regularidade. Eles podem ser desconfortáveis e imprecisos em algumas situações e exigem o envolvimento de profissionais de saúde. Este projeto baseia-se na necessidade de aprimoramento dos métodos de monitoramento de

pacientes, utilizando a abordagem de sensores de imagem para tal feito. Em específico, com a tecnologia de detecção térmica, sendo este um aspecto crucial no diagnóstico, monitoramento e acompanhamento de diversas condições médicas, como a sepse, por exemplo. Este tópico contribui na eficiência das medições, no aumento do conforto dos pacientes, na melhoria das dinâmicas das rotinas dos profissionais de saúde e na minimização do estresse das equipes médicas. Propomos a integração de informações por meio da estruturação de um banco de dados georreferenciado, projetado para gerenciar e otimizar o uso de recursos hídricos e energéticos em propriedades rurais no Brasil. É necessário ter dados para usar no processo de avaliação para tomar decisões sobre o uso eficiente dos recursos energéticos. O problema é que essas informações são inexistentes ou distribuídas em vários bancos de dados apresentados em diferentes contextos. Por exemplo, as concessionárias de energia armazenam o consumo de energia; os órgãos governamentais registram ou estimam a capacidade de produção agrícola e a preservação ambiental; os produtores rurais conhecem o potencial dos recursos energéticos e a capacidade de produção. Além disso, em cada um desses contextos, a indexação pode ser diferente. Ou seja, a concessionária de energia elétrica usa o ponto de medição do consumo como referência; os sites governamentais podem usar o Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR), o Cadastro Ambiental Rural (CAR) ou o Imposto Territorial Rural (ITR), e a parcela da produção pode ser dividida em diferentes lotes ou usar mais de uma fonte hídrica (barragens e rios), dependendo, nesse caso, de licenças estaduais. Um Sistema de Análise de Dados e Informação (SADI) contribui para a correta avaliação do relacionamento entre os recursos. Isso beneficia todos os stakeholders envolvidos: produtores, que dependem de recursos compartilhados, como água de rios e represas; governos, no sentido de que podem tomar decisões sobre investimentos em infraestrutura em locais apropriados (como construção de sistemas de drenagem e novas represas), expectativas de produção de grãos e consequentemente geração de renda e arrecadação de impostos; e por parte das concessionárias de energia elétrica, uma remodelação das redes de distribuição e roteamento apropriado dos alimentadores. Para isso, é necessário construir um Sistema de Banco de Dados.

Materiais e Métodos

METODOLOGIA Os procedimentos deste projeto são essencialmente laboratorial por fazer uso de ferramentas e experimentos para a modelagem e desenvolvimento de soluções de software. Para tanto serão utilizados equipamentos e materiais tais como computadores, notebooks e impressora. Também será necessário a utilização de softwares de programação e bibliotecas (trechos de código-fonte) de programação paralela que podem ser obtidos na Web e instalados gratuitamente, bem como a consulta de livros, artigos, dissertações e teses relacionados ao assunto. A técnica de pesquisa do projeto utiliza a documentação indireta, através do levantamento de informações sobre as aplicações, pesquisando tanto em referências bibliográficas como analisando exemplos que representam o estado da arte no assunto, além da documentação de códigos-fonte. Para alcançar os objetivos do trabalho, tanto os colaboradores quanto o coordenador precisarão programar códigos-fonte e realizar testes de desempenho e da qualidade numérica das soluções. Ao mesmo tempo, os participantes deste projeto buscarão divulgar os resultados obtidos, através da publicação de artigos em eventos e revistas especializadas. **INTERFACES DE PROGRAMAÇÃO A SER UTILIZADAS** OpenMP é uma API para programação paralela de memória compartilhada e multiplataforma disponível em C/C++ e Fortran [OPENMP 2021]. A API é fundamentada no modelo de execução fork-join. Esse modelo possui uma thread mestre que inicia a execução e gera threads de trabalho para executar as tarefas em paralelo [CHAPMANN 1998]. OpenMP aplica o modelo em segmentos do código que são informados pelo programador. Dessa forma, um código sequencial é executado pela thread mestre até um bloco ou área de execução paralela. OpenACC é uma API que contém um conjunto de diretivas de compilação para GPUs, similar às fornecidas por OpenMP para CPU [CHANDRASEKARAN, 2017]. Enquanto uma área paralela no OpenMP é executada por threads de trabalho localizadas na CPU, OpenACC especifica instruções que criam threads localizadas na GPU [OPENACC 2021]. **ARQUITETURA DE TESTE** Para esta pesquisa serão utilizados computadores de processamento disponibilizados pela UNIPAMPA: - um Workstation dotado de 2 processadores octa-core (cada um com 16 núcleos lógicos e 8 núcleos físicos), 128 GB de memória RAM DDR 3, uma GPU Quadro 5000 e outra GPU Tesla C2075. A GPU Quadro pode executar 352 CUDA cores (11 multiprocessadores em 1026 MHz de frequência) enquanto que a GPU Tesla executa 448 CUDA cores (14 multiprocessadores em 1147 MHz de frequência). Tal computador tem frequentemente sido utilizado para a avaliação de aplicações paralelizadas com diferentes interfaces de programação paralela (OpenMP, MPI, CUDA e OPENACC) de maneira experimental (trabalhos de iniciação científica). - um Workstation dotado de 1 processador six-core, 16 GB de memória RAM DDR4 e uma GPU Quadro M5000 (2048 CUDA cores e 8 GB GDDR5), ideal para testes de experiências em virtualização. **APLICAÇÕES** As aplicações citadas nos objetivos podem ser simuladas, calculadas e armazenadas computacionalmente. Soluções numéricas são utilizadas para representar, com alguns pressupostos de acordo com as condições iniciais e de contorno, fenômenos naturais e artificiais. No entanto, para algumas aplicações exige-se muito tempo de execução para qualquer simulação simples. Para reduzir a execução por um tempo aceitável, pode-se explorar a concorrência das instruções nas arquiteturas Multi-Core e GPU. Essas arquiteturas tradicionalmente tem sido adotadas para o desenvolvimento de aplicações numéricas.

Relação Ensino, Pesquisa, Extensão

No curso de mestrado em Engenharia de Software e nos cursos de graduação de Ciência da Computação e Engenharia de Software é ofertada a disciplina de Introdução ao Processamento Paralelo são apresentadas técnicas de programação paralelas e desenvolvimento de aplicações. As aplicações otimizadas e aceleradas podem ser utilizadas para a concepção de produtos que beneficiam toda a sociedade.

Aderência às áreas de Tecnologias Prioritárias do MCTI

Tecnologias Estratégicas; Tecnologias Habilitadoras

Geração de Resíduos

Não se aplica

Referências

[Lucca, N. (2022)]. Avaliação de estratégias de paralelismo em simulação de meios porosos. Dissertação de mestrado, Mestrado Profissional em Engenharia de Software - Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete. [CHANDRASEKARAN, 2017] CHANDRASEKARAN, S.; JUCKELAND, G. OpenACC for Programmers: Concepts and Strategies. 1st. ed. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2017. [CHAPMANN, 1998] CHAPMAN, B.; MEHROTRA, P.; ZIMA, H. Enhancing OpenMP with features for locality control. In: CITESEER. Proc. ECWWMF Workshop" Towards Teracomputing - The Use of Parallel Processors in Meteorology. Austrian: PSU, 1998. [CONSTANTIN, 1988] CONSTANTIN, P.; FOIAS, C. Navier-Stokes Equations. [S.l.]: University of Chicago Press, 1988. [OLIVEIRA, 2020] OLIVEIRA, D. P. de. Fluid Flow Through Porous Media With The One Domain Approach: A Simple Model For Grains Drying. 49 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2020. [OPENMP, 2025] The OpenMP API specification for parallel programming. 2025. Disponível em: <https://www.openmp.org/specifications/> [SILVA 2017] SILVA, M. et al. Mixing layer stability analysis with strong temperature gradients. In: 17th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering (ENCIT 2018). [S.l.: s.n.], 2017.

Possui Bolsistas

Não, mas vou pleitear em alguma chamada

Resultados Esperados

Do ponto de vista institucional, espera-se promover a iniciação científica e de pesquisa de mestrados através da participação de acadêmicos neste projeto. A execução do projeto resultará em publicações e inovações, bem como promoverá impacto positivo na formação de recursos humanos de graduação e pós-graduação e na colaboração entre grupos de pesquisa. Espera-se produzir artigos científicos compatíveis com os principais periódicos e eventos da área. Pretende-se também divulgar os resultados e conclusões do trabalho em escolas regionais, workshops e simpósios tanto nacionais como internacionais e, de forma documental, através de artigos científicos a serem submetidos a revistas especializadas e do relatório final deste projeto. As técnicas de implementação e programação proposta neste projeto buscam inovar a forma como aplicações científicas são implementadas para arquiteturas computacionais, além de avaliar a performance das aplicações em novos tipos de processador. Tais propostas e avaliações são importantes para melhorar aplicações que têm sido desenvolvidas no campus Alegrete nos diferentes cursos de engenharia. Espera-se que ao final da pesquisa as aplicações otimizadas sejam capazes de obter o máximo de desempenho das arquiteturas do tipo multicore e aceleradores. Com base nos resultados, poderá ser mostrado qual interface de programação paralela possui melhor desempenho nessas arquiteturas. Os resultados obtidos serão disponibilizados publicamente para a comunidade científica em repositórios de código como Github. O projeto também promoverá inovação tecnológica, que pode ser medida

através de registro de software no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). O projeto estreitará as colaborações entre o proponente e seu grupo de pesquisa\footnote{Laboratório de Estudos Avançados em Computação (LEA) \url{https://sites.unipampa.edu.br/lea/}}, com as demais instituições envolvidas no projeto e, eventualmente, com pesquisadores de outros grupos de pesquisa da própria Unipampa, visto que é um campus com cursos tecnológicos (engenharias).

Outras Informações Relevantes

Projeto correlacionado com pesquisas já em andamento e com aprovações de recursos de Editais da FAPERGS e CNPq.

Unidades e Cursos

Unidade	Curso
Campus Alegrete	Mestrado em Engenharia de Software (ALMES)
Campus Alegrete	Ciência da Computação (ALCC)
Campus Alegrete	Engenharia de Software (ALES)

Equipe Executora

Nome	E-mail	Tipo	Função	CH Semanal	Período Participação
Claudio Schepke	claudioschepke@unipampa.edu.br	Docente	Coordenador	1	De 01/04/2025 a 30/09/2028
José Carlos Rufino Amaro	rufino@ipb.pt	Colaborador Externo	Colaborador	1	De 01/04/2025 a 30/09/2028

Cronograma

Data Início	Data Fim	Atividade	Carga Horária	Local	Membros
01/04/2025	31/12/2025	Simulação de fluidos: secagem de grãos e escoamento em meios porosos inclinados.	300	Sala A1-109	Claudio Schepke
01/01/2026	31/12/2026	Reescrita do código fonte do Método dos Conjuntos Análogos para a linguagem C. Paralelização para multi-core e GPU.	300	A1-109	Claudio Schepke , José Carlos Rufino Amaro
01/01/2027	31/12/2027	Gestão integrada de recursos hídricos e energéticos regionais;	300	Sala A1-109	Claudio Schepke
01/01/2028	30/09/2028	Monitoramento térmico sem contato de pacientes	300	A1-109	Claudio Schepke

Dados do Fomento

Código	Agência de Fomento	Edital	Total Fomento (R\$)
3981	CNPq	10/2023 Universal	R\$ 66.600,00

Planejamento de Despesas

Despesas de Custeio	Opção	Valor Estimado (R\$)	Fonte de Financiamento	Especificações
Auxílio a Estudantes (Bolsas)	Necessita	8.400,00	Edital Interno e Externo	Editais da FAPERGS e CNPq
Diárias	Não Necessita	0,00		
Passagens	Não Necessita	0,00		
Material de Consumo	Não Necessita	0,00		
Serviços de Terceiros (Pessoa Física)	Não Necessita	0,00		
Serviços de Terceiros (Pessoa Jurídica)	Não Necessita	0,00		
Outros	Não Necessita	0,00		
Total		8.400,00		

Despesas de Capital	Opção	Valor Estimado (R\$)	Fonte de Financiamento	Especificações
Equipamentos e Material Permanente	Não Necessita	0,00		

Total Geral de Despesas (R\$): 8.400,00

Alternativas caso a fonte de financiamento não se confirme: Contar com voluntários de iniciação científica. Desenvolver trabalhos de Conclusão de Curso.