

## PROMOVENDO O ESTUDO DA PROGRAMAÇÃO CONCORRENTE E PARALELA

JOÃO PEDRO RODRIGUES LINARES<sup>1</sup>; YAN DE MORAES BERSCH<sup>2</sup>; JOÃO ANTONIO SOARES<sup>1</sup>; GERSON GERALDO H. CAVALHEIRO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – {jprlinares, jansoares, gerson.cavalheiro}@inf.ufpel.edu.br

<sup>2</sup> Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – yanbersch.pl018@academico.ifsul.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A programação concorrente e paralela (PCP) é uma abordagem de programação altamente relevante no contexto de desenvolvimento, impulsionada pela crescente demanda por sistemas eficientes em diversas áreas, como computação de alto desempenho, jogos, inteligência artificial e tratamento de grandes volumes de dados. Com a proliferação de arquiteturas multicore, em que múltiplos núcleos de processamento executam instruções simultaneamente, a adoção da PCP torna-se indispensável, pois permite explorar ao máximo o desempenho das atuais arquiteturas de computadores. Desenvolvedores que compreendam e implementem programas que aproveitem todo o potencial das infraestruturas modernas de hardware são essenciais.

Este trabalho visa incentivar o uso da PCP, destacando suas vantagens sobre a programação sequencial. Com a evolução do hardware, a necessidade de processamento eficiente reforça a importância do paralelismo. RAUBER e RÜNGER (2013) afirmam que a PCP maximiza o potencial dos processadores modernos, enquanto OCAÑA e DE OLIVEIRA (2015) indicam ganhos significativos em eficiência e tempo de execução. Neste trabalho, exploram-se diferentes estratégias de PCP.

O estudo utiliza o programa gerador do fractal de Mandelbrot, Mandel2US (MORAIS; TORCHELSEN; CAVALHEIRO, 2022), para demonstrar a aplicação prática da PCP. A experimentação por alunos da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) visa avaliar a percepção sobre o impacto da PCP na computação moderna, popularizando seu entendimento e promovendo técnicas para enfrentar os desafios computacionais atuais.

### 2. METODOLOGIA

A metodologia incluiu sessões práticas com alunos dos cursos de Computação da UFPEL utilizando o programa Mandel2US, escolhido por seu visual atrativo, que facilita a observação das diferenças entre técnicas de PCP. A Figura 1 ilustra um fractal gerado pelo software, mostrando os resultados visuais dos diferentes modelos implementados. Durante o primeiro semestre de 2024, os estudantes executaram o Mandel2US em três modos: sequencial, paralelo e paralelo com instruções vetoriais. Acompanhando o tempo de processamento e a qualidade visual do fractal conforme a carga computacional aumentava, o objetivo era comparar o desempenho entre os modos e entender como o paralelismo e as instruções vetoriais afetam a execução. A atividade foi guiada por orientações fornecidas via formulário, no qual os estudantes registraram suas percepções.

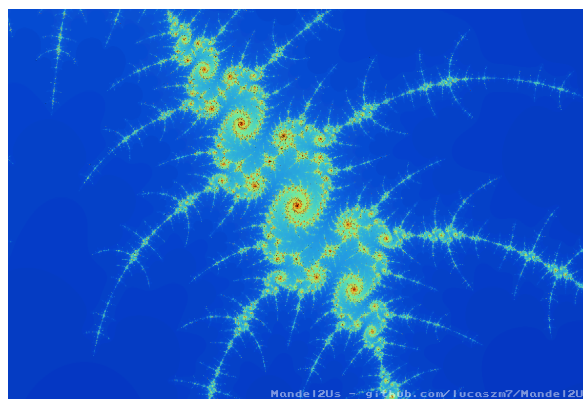


Figura 1 – Fractal gerado pelo software Mandel2US

As questões do formulário identificaram o semestre dos alunos, seu conhecimento sobre PCP e suas percepções sobre o impacto das estratégias de PCP no desempenho. Também foram abordados o desempenho do programa, a qualidade visual dos fractais, o uso eficiente do hardware e a aplicabilidade de cada técnica em diferentes contextos computacionais. Ao final, uma apresentação discutiu os resultados e refletiu sobre a importância da PCP.

Essa abordagem metodológica, que alia experimentação prática e discussão teórica, proporcionou uma experiência direta com técnicas paralelas, auxiliando os alunos a compreender melhor seu impacto no desenvolvimento de sistemas mais eficientes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 47 alunos que responderam ao formulário, a maioria do 1º semestre, 57% afirmou já ter tido contato com PCP. Em relação ao uso do Mandel2US, 41 participantes indicaram não ter encontrado dificuldades em utilizá-lo, o que evidencia a simplicidade e interatividade da interface, permitindo até a interação de pessoas leigas em Computação. Antes de ativar o paralelismo, os alunos foram questionados sobre suas expectativas quanto ao aumento de desempenho, a expectativa mostrou que praticamente 90% dos alunos participantes do experimento indicaram a expectativa de pelo menos 80% de ganho de desempenho, como mostrado na Figura 2.

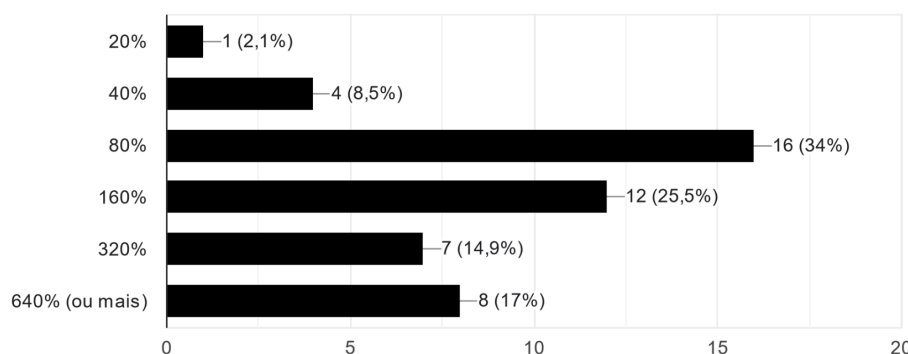


Figura 2 – Expectativa dos alunos do potencial de ganho de desempenho ao ativar o paralelismo em nível de thread.

Com a ativação do paralelismo, 27 alunos concordaram que o aumento de desempenho superou as expectativas em relação ao processamento sequencial. A mesma pergunta, agora incluindo instruções vetoriais, resultou nos dados apresentados na Figura 3, na qual 2/3 dos alunos manifestaram expectativas de pelo menos 160% de ganho em termos de desempenho.

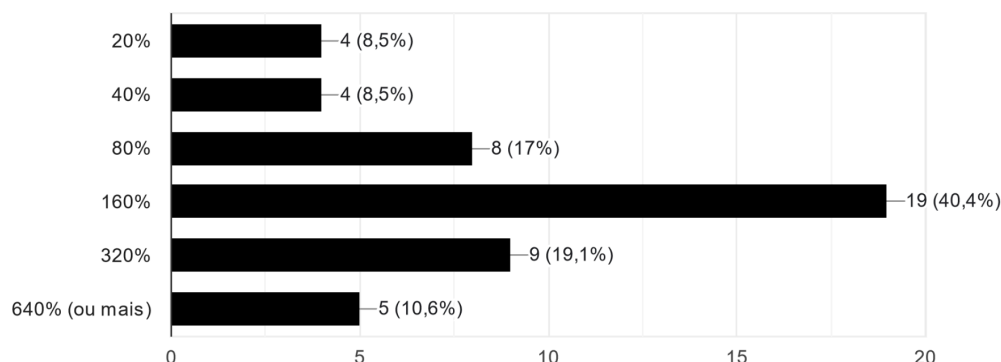


Figura 3 – Expectativa dos alunos do potencial de ganho de desempenho ao ativar o paralelismo em nível de thread com instruções vetoriais.

Assim como na ativação do paralelismo, a maioria dos estudantes (27 alunos) também concordou que o aumento de desempenho com a adição de instruções vetoriais foi acima do esperado.

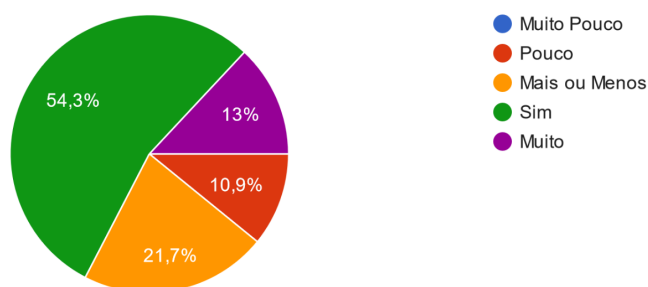


Figura 4 – Interesse dos alunos em relação ao paralelismo e processamento de alto desempenho.

No fim do experimento, foi perguntado aos alunos também sobre o seu interesse em estudar mais sobre o paralelismo e processamento de alto desempenho, com uma maior parte tendo uma resposta positiva, como mostrado na Figura 4. Também foram questionados sobre o que esperavam quanto aos resultados em relação ao desempenho do programa, com a maioria concordando que foram muito surpreendentes, como mostrado na Figura 5.

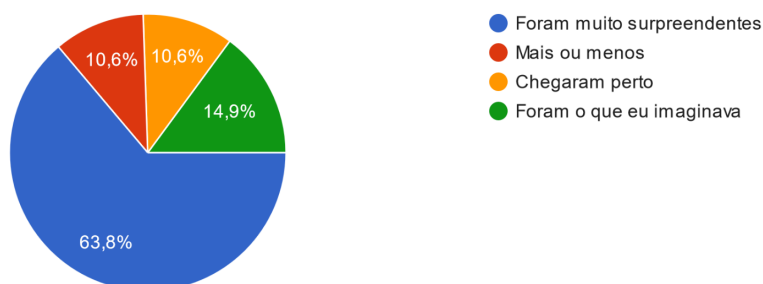


Figura 5 – Opinião dos estudantes sobre os resultados em relação ao desempenho do programa.

#### 4. CONCLUSÕES

A implementação prática do programa Mandel2US permitiu avaliar as vantagens da programação concorrente e paralela em comparação com o modelo sequencial. A geração do fractal foi utilizada como estudo de caso para evidenciar o impacto positivo do paralelismo no desempenho computacional, proporcionando uma experiência aplicada aos alunos. Essa experimentação permitiu que os participantes compreendessem, de forma prática, o aumento da eficiência proporcionado pelas técnicas de paralelismo, além de estimular o interesse no estudo de processamento de alto desempenho.

O retorno positivo dos estudantes, destacando tanto a facilidade de uso do programa quanto os resultados alcançados, validou a eficácia da metodologia adotada. O trabalho contribui para a disseminação e valorização do ensino de técnicas de PCP, enfatizando a importância dessas práticas na formação de profissionais capacitados a lidar com arquiteturas computacionais modernas. O interesse manifestado pelos alunos em aprofundar seus conhecimentos reforça a relevância do tema e a necessidade de sua exploração contínua no contexto acadêmico.

Por fim, é de se observar que a medida em que a identificação dos benefícios da programação concorrente e paralela são observados, os alunos manifestaram interesse em dar continuidade em estudos na área.

Como próximas atividades, ações de divulgação da programação concorrente e paralela, utilizando o Mandel2US ou mesmo outros recursos, serão realizado junto a estudantes do ensino médio de forma a promover o interesse nos cursos de graduação em Computação, tendo já conhecimento das possibilidades do PCP.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RAUBER, T.; RÜNGER, G. **Parallel programming**. Berlin: Springer, 2013.

OCAÑA, K.; DE OLIVEIRA, D. Parallel computing in genomic research: advances and applications. **Advances and applications in bioinformatics and chemistry**, p. 23-35, 2015.

MORAIS, L.; TORCHELSEN, R.; CAVALHEIRO, G.G.H. Incentivando a adoção de modelos de programação concorrente/paralela a partir da visualização de ganhos na geração de fractais em tempo-real. In: **Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. SBC, 2022. p. 311-322.