

Uma Avaliação do Uso das Placas Gráficas no Ensino da Programação Paralela nos Cursos de Computação no Brasil

Roberto Barbosa de Almeida Júnior¹, Josivaldo de Souza Araújo¹

¹Instituto de Ciências Exatas e Naturais – Universidade Federal do Pará (UFPA)
Rua Augusto Corrêa, 01 – 66.075-110 – Belém – PA – Brazil

qbetoo@gmail.com, josivaldo@ufpa.br

Abstract. *The teaching of parallel programming subjects with graphics cards still represents a challenge in the teaching-learning process in undergraduate courses in Computing. This work presents the result of a survey carried out with 30 professors from different higher education institutions from all regions of the country, where it seeks to identify and discuss the challenges faced by professors and students in the use of graphics cards.*

Resumo. *O ensino de disciplinas de programação paralela com placas gráficas ainda representa um desafio no processo de ensino-aprendizagem nos cursos de graduação em Computação. Este trabalho apresenta o resultado de uma pesquisa realizada com 30 professores de diferentes instituições de ensino superior de todas as regiões do país, onde procura identificar e discutir os desafios enfrentados por docentes e discentes no uso das placas gráficas.*

1. Introdução

Os cursos de graduação em Computação apresentam grandes índices de evasão, principalmente nos primeiros anos, por dificuldades de entendimento de disciplinas como algoritmos e programação. Apesar de suas relevâncias, essas disciplinas não representam sozinhas, a realidade da matriz curricular desses cursos [Silva and Falcão 2020], porém tendem a gerar alguns traumas nos alunos, o que acaba por ocasionar elevados níveis de desistência nos anos iniciais da graduação [Brezolin and Silveira 2021]. No estudo apresentado por [Medeiros 2019] foi relatado que os estudantes de Computação apresentam como maiores dificuldades para a aprendizagem de programação a resolução de problemas, abstração e raciocínio lógico, e algorítmico.

Uma dificuldade que vem sendo muito discutida, é como ensinar lógica de programação de forma a motivar o aluno a aprender, ao mesmo tempo em que ele se prepara para a utilização de ferramentas de codificação mais avançadas, aplicando esses conceitos de lógica na prática [Filho and Coutinho 2021]. E essa dificuldade aumenta, principalmente, quando são introduzidos conceitos e paradigmas da Computação de Alto Desempenho (CAD).

A área de Computação de Alto Desempenho ganhou visibilidade por proporcionar a solução de problemas complexos que necessitam de um grande poder de processamento em um curto intervalo de tempo. No entanto, para utilizar esses ambientes a programação teve que ser modificada, ou seja, passou-se de uma programação estritamente sequencial, para uma programação onde se obtém ganhos de desempenho com elevados níveis de

paralelismo não apenas em hardware, mas também, na elaboração dos códigos-fontes através de uma programação chamada de paralela [Junior et al. 2021].

O ensino da programação paralela nos cursos de graduação em Computação vem se mostrando uma tarefa complexa, pois ao contrário do modelo utilizado na programação dita sequencial, possui etapas, estilos, ferramentas, processos e abordagens diferentes [Lima et al. 2018]. E uma das etapas que vem apresentando grandes dificuldades no processo de ensino-aprendizagem é a programação paralela utilizando as placas gráficas, seja pelo estilo de programação próprio, seja pelo acesso à arquitetura [Junior et al. 2021].

A procura por abordagens mais pedagógicas, que utilizem metodologias que visem simplificar a compreensão e o entendimento do aluno no processo de ensino-aprendizagem da programação, e mais especificamente da programação paralela com placas gráficas vem se ampliando dentro de algumas instituições no exterior [Fenwick and Norris 2020]. No entanto, no Brasil, ainda é necessário despertar o interesse dos alunos por esta área, e para isso, é preciso rever as metodologias utilizadas, inclusive nas disciplinas iniciais, como algoritmos e programação, fazendo com que o aluno possa desenvolver as competências e habilidades necessárias para alcançar o objetivo de se construir o chamado “pensamento paralelo” [Bachiega et al. 2018]. Para isso, abordagens como o Pensamento Computacional vem sendo utilizado para auxiliar os alunos a superar as dificuldades encontradas na aprendizagem da programação, contribuindo, também, para a redução da retenção e na evasão da graduação [Silva and Falcão 2020].

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar um levantamento sobre o uso das placas gráficas nas disciplinas de programação paralela nos cursos de graduação em Computação em diferentes universidades de todas as regiões do Brasil. Para isso, foi elaborado um questionário utilizando o *Google forms* com o propósito de identificar se as placas gráficas estão inseridas no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos ministrados de programação paralela, e em caso positivo, quais são as bibliotecas, ferramentas e linguagens mais utilizadas para este propósito. E em caso negativo, quais as principais dificuldades em se inserir esse conteúdo. São apresentadas também, as principais metodologias utilizadas no processo de ensino dos conceitos e práticas da programação paralela com placas gráficas.

2. Trabalhos Relacionados

Existem na literatura inúmeros trabalhos que relatam metodologias que podem ser aplicadas ao ensino da programação, dita sequencial, e também da programação paralela nos cursos de Computação. No entanto, um número reduzido de publicações compartilha relatos ou experiências sobre o uso das placas gráficas no ensino da programação paralela.

O trabalho de [Medeiros et al. 2021] realiza um estudo onde se analisam os conteúdos, os desafios e o quanto o ensino da introdução à programação no Brasil está alinhado com o que é repassado no exterior pelos cursos e professores, e o quanto isso contribui na aprendizagem dos alunos da graduação, auxiliando dessa forma, para se definir soluções que sejam mais adequadas ao contexto nacional. Para isso, foram desenvolvidas duas revisões sistemáticas da literatura, uma nacional e outra internacional. Os resultados mostraram que a resolução de problemas em programação apareceu como conceito crucial para na disciplina de introdução à programação.

O trabalho de [Saeed 2020] apresenta uma pesquisa realizada com 100 professores

de várias universidades americanas que lecionam, ou que já lecionaram, ou que já tiveram algum contato relacionado ao ensino da linguagem CUDA ¹. O objetivo da pesquisa foi identificar as vantagens e as dificuldades no ensino desta linguagem nas abordagens e nos principais conceitos da programação paralela. A pesquisa também foi utilizada para se identificar a relevância em se criar cursos específicos desta natureza nas universidades americanas. Como uma das conclusões da pesquisa, que foi realizada através de formulários e entrevistas, foi identificado que mais de 70% dos que participaram apoiaram o uso da linguagem CUDA como uma ferramenta no ensino da programação paralela.

Já no trabalho de [Lima et al. 2018] o ensino da programação paralela é realizado de forma a desmistificar os conceitos iniciais que podem parecer de difícil aprendizado. Para isso, são utilizadas práticas sem o uso do computador, denominadas de computação desplugada. Os materiais foram elaborados com o objetivo de apresentar os conceitos básicos dos algoritmos paralelos. Segundo os autores, os testes apresentaram um índice de acerto de cerca de 80%, apontando uma eficiência representativa do modelo proposto.

O trabalho de [Bachiega et al. 2018] apresenta um estudo sobre o ensino da programação paralela em 45 universidades públicas e privadas brasileiras. Entre elas, quatro não apresentaram disciplinas relacionadas com a computação paralela em sua matriz curricular. O conteúdo de programação paralela apareceu com dez diferentes nomes de disciplinas, no entanto, o que talvez mais chama atenção é a carga horária prática utilizada para a aplicação dos conceitos, que em muitos casos é bem inferior, e em outros, é inexistente, quando comparadas à carga horária teórica da disciplina. Ou seja, percebe-se que os conteúdos ministrados nem sempre são praticados, ou são praticados de forma reduzida, o que acaba por impactar no aprendizado e no interesse do aluno pela disciplina, e conseqüentemente, pela área de computação de alto desempenho.

3. Diretrizes Curriculares para o Ensino da Programação Paralela no Brasil

Com o objetivo de padronizar e organizar o ensino da Computação no mundo, importantes instituições como a ACM (*Association for Computing Machinery*) e a IEEE-CS (*Institute of Electrical and Electronics Engineers - Computer Society*), uniram-se e passaram a estabelecer diretrizes curriculares internacionais, inicialmente apenas para os cursos de graduação em Ciência da Computação, e atualmente, para todos os cursos de Computação [ACM and IEEE-CS 2020]. As diretrizes propostas destacam dezoito áreas do conhecimento para o curso de Computação, entre elas, está a Programação Paralela e Distribuída.

No Brasil, os cursos de Computação são regulamentados na Resolução N° 5, de 16 de novembro de 2016 [MEC 2016], emitida pelo Ministério da Educação. Nesta resolução são instituídas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de graduação na área de Computação, e o ensino da Programação Paralela e Distribuída aparece no item VI, do parágrafo 2° do Art. 5°, com o seguinte texto: “Analisar e avaliar arquiteturas de computadores, incluindo plataformas paralelas e distribuídas, como também, desenvolver e otimizar software para elas” [MEC 2016].

Além desta Resolução, o ensino da Computação no Brasil, também possui como referência, as diretrizes elaboradas pela Sociedade Brasileira em Computação (SBC), que através das Referências de Formação para os Cursos de Graduação em

¹<https://developer.nvidia.com/cuda-zone>

Computação[Zorzo et al. 2017] define, além dos principais eixos de formação, também, as competências e habilidades esperadas, bem como os conteúdos específicos a serem desenvolvidos nos cursos de Computação no Brasil. Assim como a ACM e a IEEE-CS são as referências internacionais para o ensino da Computação, a SBC é a referência nacional. Nas diretrizes definidas pela SBC, o ensino da Programação Paralela e Distribuída aparece com diferentes nomes: Sistemas Distribuídos, Processamento Paralelo, Arquiteturas Paralelas de Computadores e Programação Paralela e Distribuída.

4. Metodologia da Pesquisa e Geração dos Dados

Para a obtenção dos dados, foi utilizado um questionário no *Google forms* com 18 perguntas referentes ao ensino da programação paralela e o uso de placas gráficas. As perguntas tinham como objetivo identificar, inicialmente, se existia alguma disciplina de programação paralela no curso ou faculdade em que o professor trabalhava. Em seguida, era perguntado se o professor já tinha ministrado alguma disciplina desta área, bem como se era uma disciplina obrigatória ou optativa na matriz curricular do curso, o nome da disciplina, o semestre que foi ministrada e quais ferramentas foram utilizadas para o processo de ensino. Após esses questionamentos básicos, direcionava-se as perguntas para o uso de placas gráficas, como: quais bibliotecas/ferramentas foram utilizadas, suporte para aulas práticas com placas gráficas, as principais dificuldades encontradas durante o processo de ensino, assim como, a metodologia utilizada para o aprendizado dos alunos. O questionário pode ser acessado em <https://forms.gle/zHoCEGuWe9qgZ4Nh6>.

Os formulários foram enviados aos coordenadores dos cursos de Computação de várias instituições de ensino superior por todo o país, solicitando que encaminhassem o questionário aos professores que ministravam disciplinas de programação paralela e distribuída em seus respectivos cursos de graduação e pós-graduação. Paralelamente a este procedimento, os atores envolvidos acessaram o site do WSCAD (Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho), do SBAC-PAD (*International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing*) bem como do ERAD (Escola Regional de Alto Desempenho) das Regiões Sul, Nordeste, Centro-Oeste, Norte e de São Paulo, que são os principais eventos da área no Brasil com o objetivo de encaminhar o formulário aos respectivos membros do comitê, pois a maior parte dos membros, são professores que estão diretamente envolvidos com a área e muitas vezes, com as disciplinas de programação paralela e distribuída em suas instituições de ensino. Desse modo, foram enviados mais de 100 e-mails solicitando contribuição para responder ao questionário.

A pesquisa foi realizada no período de 01/07/2021 a 30/09/2021. Do total de e-mails enviados, 32 professores responderam ao formulário. Esses docentes fazem parte de 21 diferentes instituições de ensino superior de todas as regiões do país, como pode ser visualizado na Tabela 1. Só foram considerados válidos, os formulários respondidos em sua totalidade, por conta disso, 2 *forms* foram desconsiderados por não terem sido respondidos completamente, sendo impossibilitado identificar, inclusive a instituição a qual os professores faziam parte. Dessa forma, dos formulários recebidos, apenas 30 respostas foram consideradas válidas para esta pesquisa.

Vale ressaltar que as perguntas foram realizadas de forma a não identificar os professores que estavam participando da pesquisa. A única pergunta que solicitava alguma identificação era somente a primeira, que pedia para o professor indicar a instituição em

Tabela 1. Instituições de ensino participantes e suas respectivas regiões

NORTE	SUDESTE		
UFPA	PUC-Rio	USP	PUC Minas
	UERJ	U. P. Mackenzie	LNCC
	UFSCar	UFRJ	CEFET-RJ
NORDESTE	UFV	IFF	UNESP (Rio Claro)
UFC	UFU	UNIFESP	
CENTRO-OESTE	SUL		
UFG	UTFPR		UFPel
	UDESC		UFRGS

que trabalhava.

Percebe-se, pela Tabela 1, que a região que teve uma maior participação foi a região sudeste, seguida da região sul. E isso talvez possa ser explicado, por essas regiões concentrarem um grande número de laboratórios e pesquisadores da área, e que possuem grandes participações em comitês técnicos de conferências nacionais e internacionais, em especial, no WSCAD, ERAD Regionais e SBAC-PAD, que são específicas da área de Computação de Alto Desempenho e que foram utilizadas neste trabalho.

5. Resultados

Como já citado, serão consideradas as 30 respostas completas e recebidas pelo formulário, oriundas das 21 diferentes instituições de ensino superior apresentadas na Tabela 1. Para uma melhor compreensão, as respostas serão divididas em duas partes: a primeira, que faz referência ao ensino da programação paralela de uma forma geral, e a segunda, que direciona a pesquisa para o uso das placas gráficas como uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem da programação paralela.

5.1. O Processo de Ensino-Aprendizagem da Programação Paralela

A Programação Paralela está presente em vários cursos de graduação em Computação. Na pesquisa realizada, os cursos citados são apresentados na Figura 1. Percebe-se, que o curso de Bacharelado em Ciência da Computação responde por grande parte do conteúdo estudado em programação paralela seguido pelo curso de Engenharia da Computação. Os cursos de Bacharelado em Engenharia de Software e em Sistemas de Informação aparecem, também, como os cursos que apresentam conteúdos de programação paralela em suas respectivas matrizes curriculares.

Nos cursos de graduação citados, o conteúdo de programação paralela acaba sendo ministrado nos períodos finais do curso, ou seja, tem uma maior relevância a partir do 5º período do curso, e tendo quase pouco, ou nenhum conteúdo nos períodos iniciais.

A pesquisa, também procurou saber, se no curso de graduação existia alguma disciplina de programação paralela na matriz curricular e se o professor já havia ministrado essa disciplina. Das 30 respostas válidas, todas apontaram que havia no curso disciplinas relacionadas com o conteúdo da Programação Paralela e que os envolvidos na pesquisa já

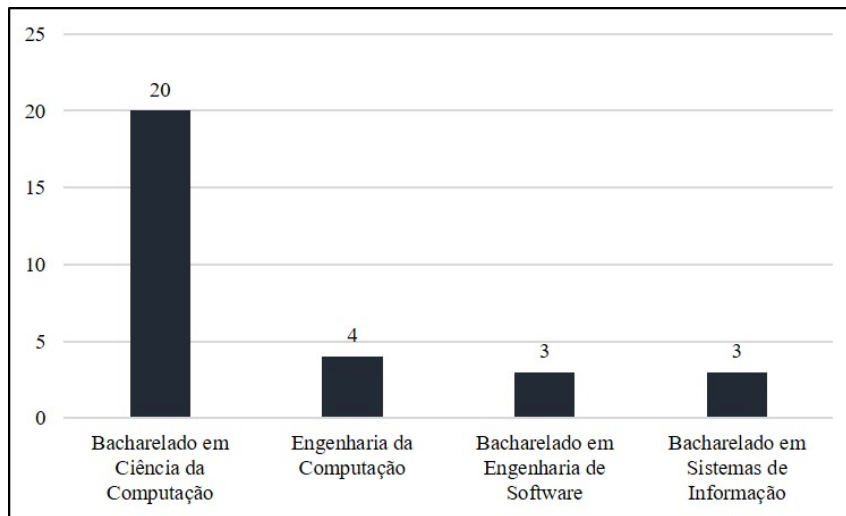


Figura 1. Cursos de Computação com conteúdos de Programação Paralela.

havam ministrado, em algum momento, essa disciplina. Neste sentido, um ponto positivo apresentado na pesquisa foi que 25 professores responderam que existiam disciplinas específicas de programação paralela em seus cursos, e apenas 5 professores responderam que o conteúdo era ministrado como um tópico pertencente a uma outra disciplina.

O conteúdo da programação paralela é apresentado em disciplinas com as mais variadas nomenclaturas, as mais citadas nas respostas, são apresentadas na Figura 2. Além desses, também foram citados: Sistemas Computacionais Paralelos e Distribuídos, Desenvolvimento de Sistemas Paralelos e Distribuídos, Introdução à Programação Paralela e Distribuída e Programação Concorrente e Distribuída. Com isso, percebe-se que o conteúdo da programação paralela é desenvolvido com várias nomenclaturas nos vários cursos de computação do Brasil.

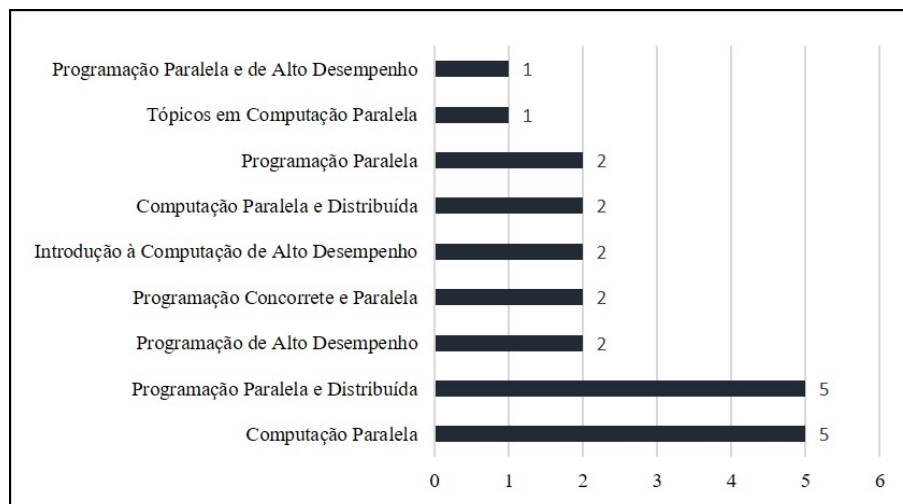


Figura 2. Nomes mais citados nas disciplinas de Programação Paralela.

Como o questionário foi respondido por professores que ministram aula, tanto na graduação, quanto na pós-graduação, perguntou-se se as disciplinas eram obrigatórias, ou seja, faziam parte da matriz curricular do aluno, ou eram disciplinas optativas. As respos-

tas podem ser visualizadas na Figura 3. Observa-se que grande parte das disciplinas que possuem conteúdos específicos de programação paralela já estão na matriz curricular dos cursos participantes da pesquisa, o que indica um avanço e uma atualização dos conteúdos nas matrizes curriculares.

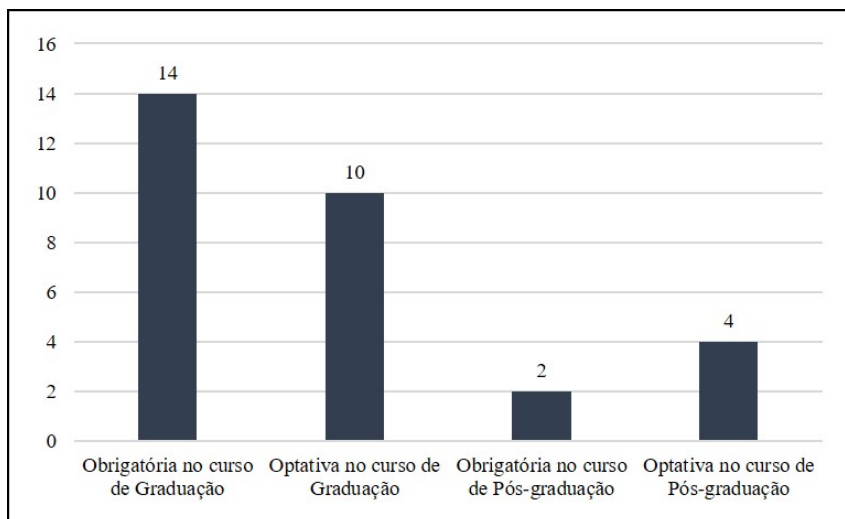


Figura 3. Oferta da Programação Paralela na matriz curricular.

Um outro ponto perguntado aos professores foi se na disciplina de programação paralela ministrada houve a implementação de códigos na prática. A grande maioria, 28 dos 30 professores consultados, informaram que implementaram algum tipo de código na prática e apenas 2 disseram que não houve a construção de códigos. Diante do número expressivo de respostas afirmativas, foi perguntado qual foi a biblioteca (ou ferramenta, software ou linguagem) utilizada. As citadas foram OpenMP ², OpenMPI ³, CUDA ⁴, OpenCL ⁵, Spark ⁶, Libgomp ⁷, StarPU ⁸, Pthreads e OpenACC ⁹.

Os professores foram então questionados se o curso (Faculdade ou Instituição) possuía algum tipo de arquitetura paralela que poderia ser utilizada durante o processo de ensino e aprendizagem da disciplina. Os ambientes citados podem ser visualizados na Figura 4, onde se percebe que a grande maioria dos cursos possui alguma estrutura física que serve de apoio no processo de ensino-aprendizagem da programação paralela, e quando essa estrutura não está disponível fisicamente no curso, são utilizadas plataformas virtuais com o objetivo de proporcionar alguma prática na construção dos códigos paralelos.

5.2. As Placas Gráficas como Ferramentas no Ensino da Programação Paralela

Nesta seção, serão apresentadas as respostas do questionário com relação ao uso das placas gráficas como uma ferramenta no processo de ensino-aprendizagem da programação

²<https://www.openmp.org/>

³<https://www.open-mpi.org/>

⁴<https://developer.nvidia.com/cuda-zone>

⁵<https://developer.nvidia.com/opencl>

⁶<https://spark.apache.org/>

⁷<https://gcc.gnu.org/projects/gomp/>

⁸<https://starpu.gitlabpages.inria.fr/>

⁹<https://developer.nvidia.com/openacc>

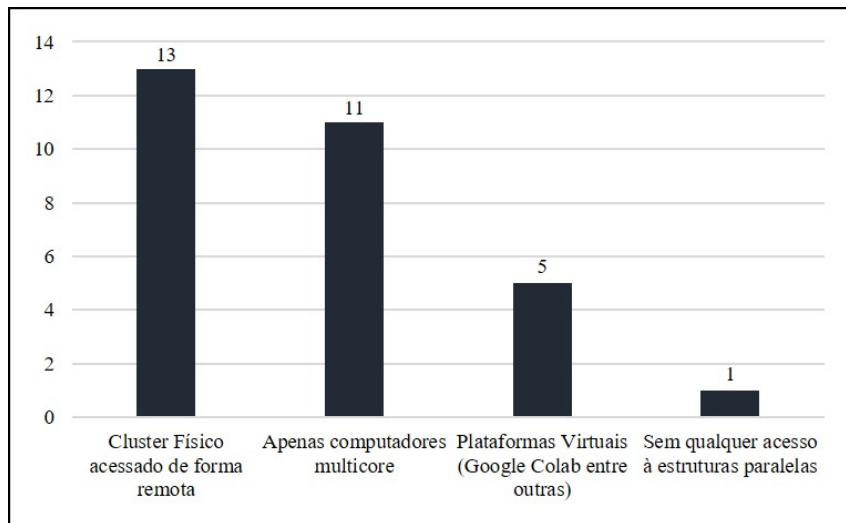


Figura 4. Estruturas Físicas utilizadas no processo de ensino-aprendizagem.

paralela. Essa especificidade se faz necessária, pois muitas disciplinas de programação paralela abordam no seu ensino apenas o uso dos processadores e relatam de forma teórica, ou não citam o uso das placas gráficas. Dessa forma, foi perguntado aos professores, se na disciplina ministrada havia sido trabalhado o conteúdo da programação paralela com placas gráficas. As respostas podem ser visualizadas na Figura 5.

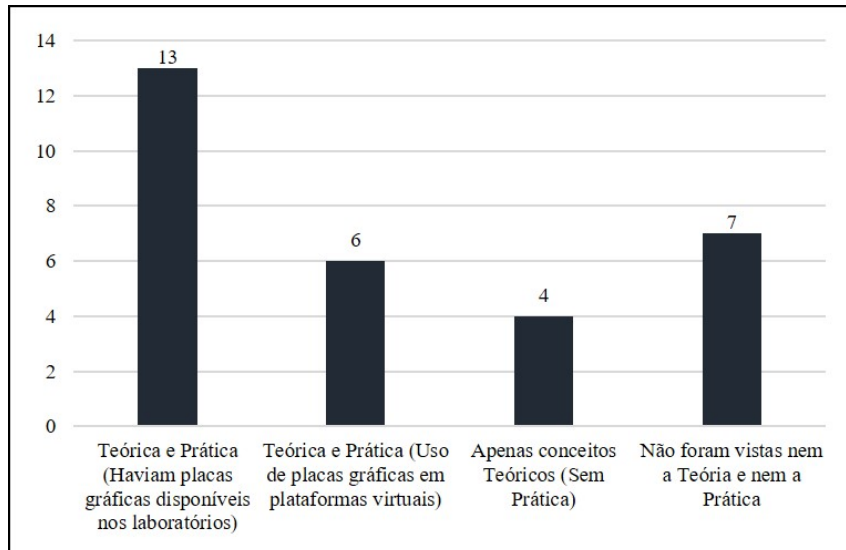


Figura 5. Ensino dos conceitos teóricos e práticos com Placas Gráficas.

Percebe-se, pela Figura 5, que um pouco mais de um terço dos que responderam (11 respostas), afirmaram que não trabalharam a prática com placas gráficas e desses, mais da metade (7 respostas) não ministraram nenhum conteúdo, mesmo teórico, referente a programa paralela utilizando as placas gráficas.

Para os professores que utilizaram as placas gráficas na prática em suas disciplinas, foi perguntado quais foram as ferramentas, linguagens ou bibliotecas utilizadas para a construção dos códigos. As citadas podem ser visualizadas na Figura 6. Vale lembrar que

no momento da resposta, os professores podiam indicar o uso de mais de uma ferramenta.

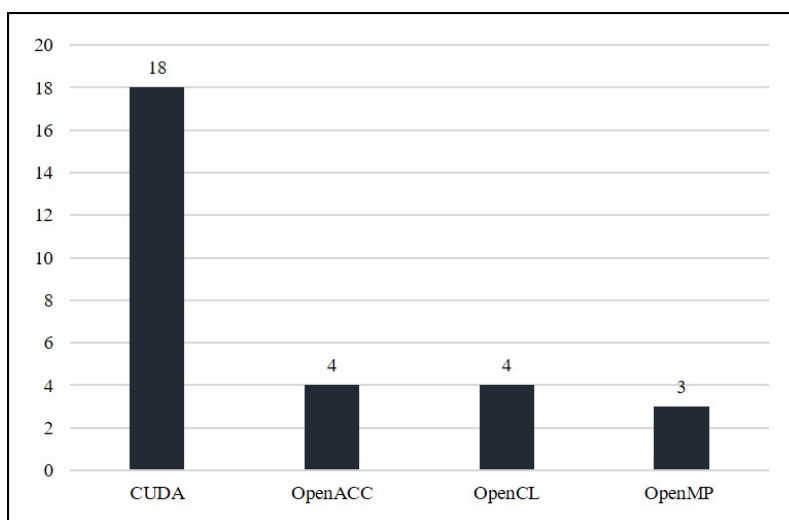


Figura 6. Bibliotecas/Linguagens utilizadas para o ensino com Placas Gráficas.

Apesar da existência de outras ferramentas, o CUDA ainda é a linguagem mais utilizada quando se utiliza placas gráficas, principalmente quando estas são da fabricante Nvidia. Vale ressaltar que o OpenMP aparece na Figura 6, pois o mesmo começou a apresentar suporte à GPU a partir da versão 4.5.

Diante da ausência do ensino com placas gráficas apresentada na Figura 5, foi questionado aos professores se eles consideravam o ensino da programação paralela com o uso das placas gráficas um conteúdo importante para a formação dos alunos do curso de computação. Das 30 respostas consideradas válidas, 24 apontaram esse conteúdo importante para a formação dos alunos, enquanto 6 respostas se mostraram neutras, ou seja, que não concordam, mas também não discordam da afirmação.

Foi perguntado, então, se os conceitos da programação paralela com placas gráficas são de fácil compreensão pelos alunos. Neste item, 14 respostas (46,6%) discordaram da afirmação. Com isso, foi questionado aos que discordaram, qual seria a principal dificuldade encontrada para o aprendizado deste conteúdo. A Figura 7 apresenta as principais causas apontadas.

Percebe-se pela Figura 7 que a principal dificuldade que se tem é a ausência de placas gráficas para as atividades práticas. Apesar do custo desse tipo de equipamento ter reduzido nos últimos anos, principalmente das placas gráficas para jogos, ainda apresentam elevados valores para modelos específicos para processamento de dados. Contudo, para superar esse problema, pode-se utilizar as plataformas virtuais, como por exemplo, o *Google Colab*¹⁰, para suprir a carência desse tipo de arquitetura.

Como pergunta final do questionário, os professores foram questionados sobre a metodologia de ensino utilizada durante o processo de ensino-aprendizagem da programação paralela utilizando as placas gráficas. A Figura 8 apresenta as respostas citadas. Vale destacar que os professores podiam apontar mais de uma metodologia.

¹⁰<https://colab.research.google.com/>

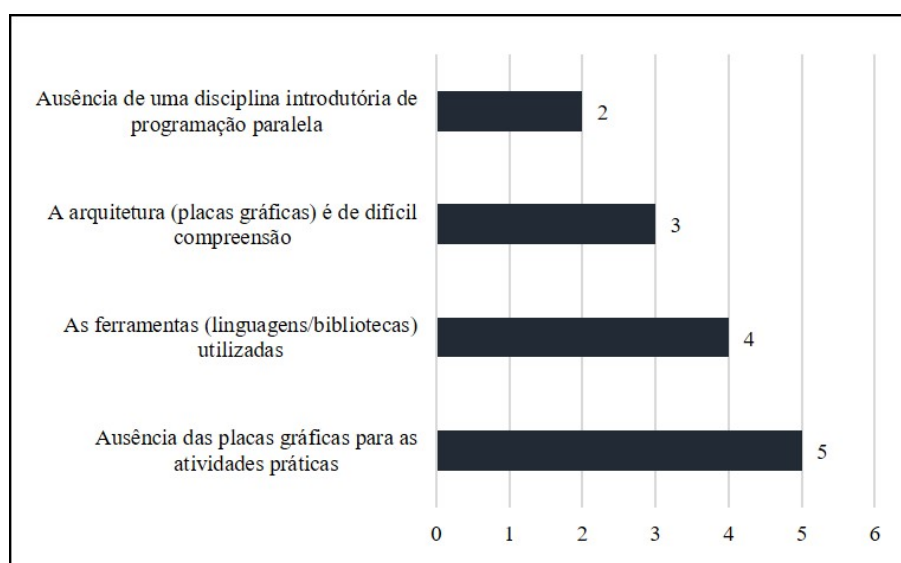


Figura 7. Principais causas apontadas para as dificuldades no ensino do conteúdo com Placas Gráficas.

6. Ameaça à Validade do Trabalho

Alguns pontos podem ser destacados quanto a ameaça à validade da pesquisa realizada, entre eles, pode-se destacar a ameaça à validade de construção, onde pode ter ocorrido falhas na definição das perguntas do formulário, impossibilitando captar mais informações sobre a experiência dos professores na área da Computação Paralela.

Outra ameaça à validade é a externa e com relação aos participantes, pois como a consulta aos professores foi realizada de forma on-line, através de um formulário no *Google forms*, os e-mails disponibilizados das Faculdades de Computação através das páginas das universidades e dos próprios cursos, podem estar desatualizados, o que pode ter impossibilitado o recebimento pelos coordenadores dos cursos e pelos próprios professores que ministram as disciplinas de programação paralela. Soma-se a isso, as páginas dos cursos em computação que, apesar de listarem os nomes dos professores do seu quadro, não são apontadas ou identificadas as áreas ou disciplinas que ministram, o que dificulta a identificação daqueles que são da área de Computação Paralela, impossibilitando, também, um contato direto com os mesmos, a não ser que fossem previamente conhecidos como participantes dos comitês de conferências específicas, como o WSCAD, SBAC-PAD e ERAD, por exemplo. Vale ressaltar, também, que alguns dos e-mails tiveram que ser pesquisados na Internet.

Também, pode-se relatar como uma ameaça, à validade de conclusão, que envolve a correta análise e interpretação estatística do resultado, ou seja, a quantidade de e-mails enviados versus o número reduzido de respostas recebidas. Como relatado, foram enviados mais de 100 e-mails, no entanto, apenas 30 foram retornados de forma válida.

7. Conclusão

Apesar do uso de placas gráficas para realizar processamento de dados de forma geral ser uma realidade nos grandes centros de pesquisa, ainda está procurando se consolidar nas instituições de ensino superior do Brasil, principalmente nos cursos de graduação

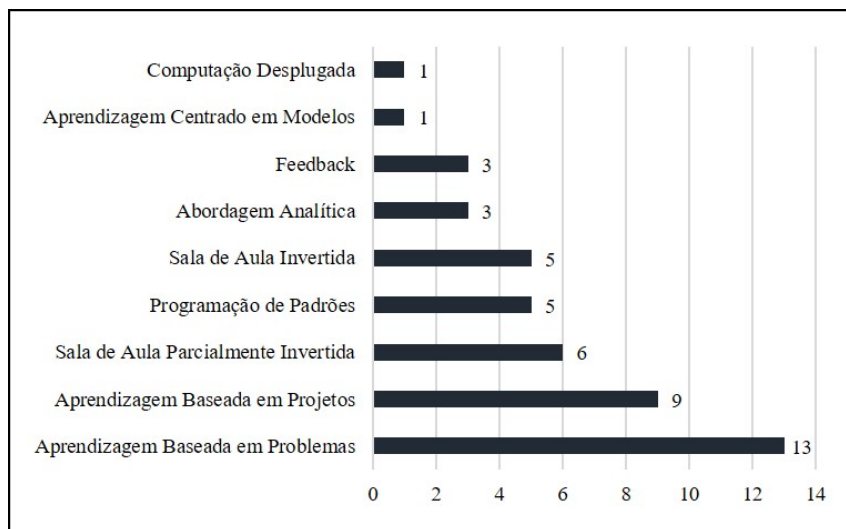


Figura 8. Metodologias utilizadas no ensino com Placas Gráficas.

em Computação. E isso pode ser visualizado na pesquisa realizada neste trabalho, onde 36,6% dos professores consultados não utilizam qualquer tipo de prática em suas disciplinas de programação paralela com placas gráficas e desses, 23,3% não trabalham nem o conteúdo teórico deste assunto.

Entre as principais dificuldades apontadas para essa fraca expansão deste conteúdo nos cursos de graduação estão a ausência de estrutura física para que os alunos possam aplicar a teoria repassada, a dificuldade de entendimento da arquitetura, e consequentemente, das ferramentas utilizadas, e a inexistência de disciplinas introdutórias de programação paralela nos anos iniciais da graduação. Soma-se a isso, a impossibilidade de contextualizar esse conteúdo em outras disciplinas ao longo da matriz curricular dos cursos de computação. Neste sentido, uma questão que também foi apresentada nas respostas dos professores, foi a necessidade de atualização de materiais pedagógicos sobre o tema, e a divulgação de ambientes virtuais de aprendizagem onde pudessem ser realizadas as simulações e as execuções das atividades práticas.

Espera-se, dessa forma, que este trabalho possa contribuir não apenas apresentando informações sobre o ensino da programação paralela utilizando as placas gráficas nos cursos de Computação nas universidades brasileiras, mas também, possa iniciar um debate sobre a sua importância e a necessidade de pesquisadores e professores começarem a compartilhar as suas experiências para que se possa produzir, cada vez mais, conteúdos de excelência que venham contribuir para o processo de ensino e aprendizagem do tema proposto.

Como trabalhos futuros, pretende-se testar, elaborar e divulgar conteúdos referentes à utilização das plataformas virtuais como uma forma alternativa à ausência das placas físicas nos cursos, como uma forma de incentivar o conteúdo da programação paralela com placas gráficas, bem como, desenvolver entrevistas com os professores da área para proporcionar um melhor entendimento de como esse conteúdo é observado e trabalhado nos cursos de Computação. Também se almeja realizar estudos sobre o comparativo, na prática, das metodologias citadas neste trabalho, como uma forma de identificar as principais vantagens e desvantagens na aplicação do processo de ensino e aprendizagem.

Referências

- ACM and IEEE-CS (2020). Computing curricula: Paradigms for global computing education.
- Bachiega, N., de Souza, P. S. L., Bruschi, S. M., and de R. S. Souza, S. (2018). Um panorama do ensino de programação paralela e distribuída em universidades brasileiras. In *VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, pages 480–489. Fortaleza - CE.
- Brezolin, C. V. S. and Silveira, M. S. (2021). Panorama brasileiro de uso de ferramentas para desenvolvimento do pensamento computacional e ensino de programação. In *Anais do XXIX Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 398–407. Evento On-line.
- Fenwick, G. and Norris, C. (2020). Gpgpu programming for cs undergraduates: Which one is superman? In *ACM Southeast Conference – ACMSE*, pages 2–9. Tampa - FL (USA).
- Filho, F. R. S. and Coutinho, E. F. (2021). Uma análise qualitativa sobre as disciplinas de fundamentos de programação e estrutura de dados com grounded theory. In *Revista Novas Tecnologias na Educação*, page 554–563. Volume 19, Nº 1.
- Junior, R. B. A., Farias, H., Saavedra, M., and de Souza Araújo, J. (2021). Metodologias de ensino na programação paralela com placas gráficas: Uma revisão sistemática da literatura. In *Anais do X Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, pages 1243–1252. Evento On-line.
- Lima, A. C., Bailo, D., Carvalho, T., Rodrigues, J. F. R., Acosta, P. R., and Aquino, W. M. (2018). Uma oficina para ensino de algoritmos paralelos por meio de computação desplugada. In *VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, pages 619–628. Fortaleza - CE.
- MEC (2016). Resolução nº 5. In *Diário Oficial da União (DOU)*. Edição 220, Seção 1, page 22.
- Medeiros, R. P. (2019). Hello, world: uma análise sobre dificuldades no ensino e na aprendizagem de introdução à programação nas universidades. In *Tese de Doutorado*. Universidade Federal do Pernambuco.
- Medeiros, R. P., Falcão, T. P., and Ramalho, G. L. (2021). Comparação entre o panorama internacional e nacional sobre o ensino e a aprendizagem de introdução à programação no ensino superior. In *Anais do XXIX Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 478–487. Evento On-line.
- Saeed, I. (2020). Why cs departments should consider offering cuda as a standalone course. In *Journal of Computing Sciences in Colleges*, pages 51–58.
- Silva, E. L. O. and Falcão, T. P. (2020). O pensamento computacional no ensino superior e seu impacto na aprendizagem de programação. In *Anais do XXVIII Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 171–175. Evento On-line.
- Zorzo, A. F., Nunes, D., Matos, E., Steinmacher, I., Araújo, R. M., Correia, R., and Martins, S. (2017). Referenciais de formação para os cursos de graduação em computação. In *Sociedade Brasileira de Computação (SBC)*.