

Programação e Computação em Cluster: Um Relato de Experiência na Educação Profissional Técnica em Informática

Helder Daniel de Azevedo Dias¹, 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

helder.dias@icen.ufpa.br, josivaldo@ufpa.br

Abstract: *Computer clusters have become a sustainable and low cost option in the development of High Performance Architectures, and an incentive in the teaching and learning process of Parallel Programming. Thus, this paper reports an experience experienced by students of technical courses in Informatics and Computer Maintenance of Federal Institute of Pará (IFPA) – Abaetetuba Campus. The objective of the workshop was to present to the students the possibility of developing a parallel architecture, a cluster of the type Beowulf, with traditional equipment that could be used, also, to introduce Parallel Programming fundamentals with writing code using OpenMP and OpenMPI. The results were exciting, as the students emphasized the importance of this type of training in their curricular matrices, in addition to highlighting and understanding, clearly and objectively, concepts of Green IT, Architecture and Parallel Programming.*

Resumo: *Os clusters de computadores se tornaram uma opção sustentável e de baixo custo no desenvolvimento de Arquiteturas de Alto Desempenho, e um incentivo no processo de ensino e aprendizagem da Programação Paralela. Dessa forma, este trabalho relata uma experiência vivenciada pelos alunos dos cursos técnicos de Informática e de Manutenção de Computadores do Instituto Federal do Pará (IFPA) – Campus Abaetetuba. O objetivo da oficina foi apresentar, aos alunos, a possibilidade de desenvolver uma arquitetura paralela, um cluster do tipo Beowulf, com equipamentos tradicionais e que puderam ser utilizados, também, para introduzir fundamentos da Programação Paralela com a execução de códigos utilizando o OpenMP e o OpenMPI. Os resultados foram motivadores, pois os alunos ressaltaram a importância desse tipo de formação nas suas matrizes curriculares, além de evidenciar e compreender, de forma simples e objetiva, conceitos de TI Verde, Arquitetura e Programação Paralela.*

1. Introdução

A Programação Paralela, como disciplina, nem sempre foi considerada como um componente fundamental e obrigatório nas matrizes curriculares dos cursos de Computação [Almeida Jr. et al., 2021]. No entanto, o seu conteúdo já era ministrado de forma fracionada por algumas universidades há algumas décadas. Com a crescente evolução da área de Computação de Alto Desempenho, um modelo curricular foi apresentado, em 2013, pela ACM (Association for Computing Machinery) juntamente com a IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) [ACM and IEEE-CS 2020]. Neste modelo, foi proposta a área de Computação Paralela e Distribuída como fundamental na formação dos alunos de Ciência da Computação,

e foram definidos, também, os conteúdos básicos, bem como o processo de aprendizagem que deveria ser avaliado pelos professores [Martins 2020].

A nível nacional, os cursos de Computação possuem como referência as diretrizes elaboradas pela SBC (Sociedade Brasileira de Computação) [Zorzo et al. 2017] que definem, além dos principais eixos de formação, os conteúdos específicos a serem desenvolvidos nos cursos de Computação no Brasil. No entanto, essas diretrizes são aplicadas somente aos cursos de graduação, fazendo com que muitos conteúdos e diversas tecnologias, não encontrem amparo para que possam ser ministradas nos cursos técnicos de Informática.

Para esse nicho, existe a Resolução do Conselho Nacional de Educação CNE/CEB N° 2, de 15 de dezembro de 2020 [CNE/CEB, 2020], que atualiza e disciplina a oferta de cursos de educação profissional técnica de nível médio no Brasil. Ela serve para orientar e informar as instituições de ensino, os estudantes, as empresas e a sociedade em geral. O catálogo apresenta 13 diferentes Eixos Tecnológicos, sendo o eixo de Informação e Comunicação, responsável pelos cursos técnicos em Informática. A Resolução aponta as habilidades esperadas para cada formação técnica, bem como os conhecimentos necessários que devem ser adquiridos para atuar na profissão.

No eixo de Informação e Comunicação há 8 diferentes cursos técnicos, são eles: Técnico em Computação Gráfica, Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, Técnico em Informática, Técnico em Informática para Internet, Técnico em Manutenção e Suporte de Informática, Técnico em Programação de Jogos Digitais, Técnico em Redes de Computadores e Técnico em Telecomunicações [CNE/CEB, 2020].

O objetivo deste trabalho é descrever, através de um relato de experiência, uma oficina realizada com alunos dos cursos técnicos de Informática e de Manutenção e Suporte de Informática do Instituto Federal do Pará (IFPA) – Campus Abaetetuba, sobre TI Verde, Montagem e Configuração de um Cluster Educacional (do tipo Beowulf) e Fundamentos da Programação Paralela. A oficina foi realizada no contra turno dos alunos, para não conflitar com as aulas do período letivo e teve uma carga horária de 20h.

2. Metodologia da Oficina Computação em Cluster

Apesar do avanço da Programação Paralela nos cursos de graduação e pós-graduação, o ensino de conteúdos relacionados à Computação de Alto Desempenho no ensino técnico, é quase inexistente. Introduzir os avanços tecnológicos nas matrizes curriculares, principalmente, do eixo técnico de Informação e Comunicação, não será uma tarefa fácil a curto prazo, no entanto, a inclusão dessas inovações iria contribuir e auxiliar para a formação de uma mão de obra mais capacitada, qualificada e atualizada com as tecnologias vigentes.

Com o objetivo de proporcionar, aos alunos do curso técnico de Informática e Manutenção e Suporte de Informática, o contato com conceitos e tecnologias que estão sendo utilizadas, e que não fazem parte de suas matrizes curriculares, foi elaborada uma oficina onde a finalidade foi apresentar alguns problemas trazidos pelo uso da tecnologia. Porém, também, discutir soluções que podem ser empregadas dentro do próprio contexto educacional, e que acima de tudo, são úteis para o aprendizado de novos conceitos. Reutilizar o antigo (computadores que seriam descartados) para aprender o novo (montagem de *cluster*).

O processo de divulgação e inscrição foi realizado totalmente de forma on-line, através dos canais oficiais da Instituição. A divulgação teve o apoio da ASCOM (Assessoria de Comunicação) do Instituto Federal. O período de inscrição foi definido de 08/05/2023 a 12/05/2023. No entanto, nos primeiros dias de inscrição, já eram contabilizados 26 interessados. Como a capacidade máxima dos laboratórios é de apenas 20 alunos, optou-se por encerrar as inscrições. Contudo, verificou-se que durante a oficina, apenas 11 alunos compareceram.

2.1. Público Alvo e Descrição das Abordagens Realizadas.

A oficina, como relatado anteriormente, foi elaborada para ser realizada com uma carga horária de 20 horas (4h por dia em 5 dias), no período de 17/05/2023 a 23/05/2023, excluindo o sábado e o domingo. Foi realizada em um turno diferente do utilizado para as aulas dos alunos participantes com o propósito de não concorrer e não atrapalhar o período letivo. Neste sentido, a oficina foi realizada no período da manhã, sempre das 8h às 12h.

O público alvo da oficina foram alunos do último ano dos cursos Técnicos de Informática e Técnico de Manutenção e Suporte de Informática, além de alunos egressos dos dois cursos do Instituto Federal do Pará (IFPA) – Campus Abaetetuba. Esse público foi definido por já possuir o conhecimento em disciplinas que seriam pré-requisitos para a oficina, como Sistemas Operacionais, Redes de Computadores e Programação. Vale ressaltar que todos os alunos, apesar de maiores de idade, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo em seguida, submetido para apreciação ao conselho de ética, obtendo um parecer favorável.

A oficina foi dividida em quatro módulos e é parte de uma dissertação de mestrado. O responsável por ministrar a oficina foi o discente que está desenvolvendo a dissertação. Essa divisão e as respectivas carga-horárias (C.H.), de cada módulo, podem ser visualizadas no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição das Etapas e Carga Horária

Módulo	Descrição	C.H.
1	<ul style="list-style-type: none">▪ Apresentação da Oficina.▪ Conceitos de TI Verde.▪ Reutilização e Reciclagem de Computadores.▪ Práticas de Reutilização de Computadores.	4 h
2	<ul style="list-style-type: none">▪ Conceitos e Tipos de Cluster de Computadores.▪ Instalação do Sistema Operacional.▪ Configuração do <i>Master</i> e do <i>Slaves</i>.▪ Interligação dos Computadores em Rede.	8 h
3	<ul style="list-style-type: none">▪ Instalação e Configuração do OpenMP.▪ Instalação e Configuração do OpenMPI▪ Fundamentos da Programação Paralela.	4 h
4	<ul style="list-style-type: none">▪ Programação Básica com o OpenMP.▪ Programação Básica com o OpenMPI.▪ Atividade de Gamificação.	4 h

Com o propósito de realizar uma avaliação da Oficina foram desenvolvidos dois questionários que foram respondidos pelos alunos: o primeiro questionário (respondido no primeiro dia da oficina, ou seja, pré-oficina), teve como objetivo avaliar o conhecimento dos alunos sobre os temas que seriam tratados, bem como as suas expectativas em relação à oficina; o segundo questionário (respondido ao final da oficina, ou seja, pós-oficina), teve como propósito avaliar a oficina (instalações, material, dinâmica) e se o resultado estava dentro das expectativas dos alunos. Os resultados desses questionários podem ser observados na seção 3.

2.2. Reutilizando Computadores para a Construção de Clusters Educacionais

Um dos principais problemas enfrentados pelo mundo moderno é a produção e o tratamento do lixo e seus resíduos. E esse problema parece tomar proporções ainda maiores quando esse lixo é eletrônico, ou seja, oriundo de equipamentos como computadores, celulares, tablets, notebooks, entre outros, pois são formados por placas de circuitos impressos que possuem, em

sua composição, metais pesados e tóxicos. Por esse motivo, incentivar a correta destinação desses resíduos é urgente e necessário, seja através da reciclagem, seja através da reutilização desses equipamentos [Dias e Araújo, 2022].

A reutilização de computadores se mostra interessante quando se reutiliza esses equipamentos “obsoletos”, mais ainda funcionais, através do reaproveitamento de peças, para a construção de computadores que possam ser utilizados para outras funcionalidades, como por exemplo, para o ensino de disciplinas práticas nos cursos de Computação, como montagem e configuração de servidores, que podem ser úteis em disciplinas como Redes de Computadores, Sistemas Distribuídos, Sistemas Operacionais, Computação em Nuvem, Computação de Alto Desempenho, entre outras [Dias e Araújo, 2022].

Esses últimos, devido aos altos custos dos equipamentos, como os supercomputadores, acabam, muitas vezes, impossibilitando o ensino prático dessas disciplinas em um ambiente minimamente real. O reaproveitamento de equipamentos vem, nesse sentido, suprir essa demanda através da construção e configuração de cluster de computadores, com equipamentos que seriam descartados, mas que, com o processo de reutilização, passam a auxiliar alunos e professores no processo de ensino e aprendizado de conceitos de arquiteturas paralelas e programação paralela, por exemplo, em ambientes paralelos reais.

2.3. Montagem e Configuração do Cluster.

Para realizar a parte prática da oficina (módulo 2), a montagem e a configuração do cluster, foram utilizados 7 computadores do Laboratório de Manutenção e Redes, como pode ser visualizado na Figura 1. Esses computadores são utilizados para as aulas práticas de Sistemas Operacionais, Redes de Computadores entre outras disciplinas, portanto, os equipamentos poderiam ser utilizados livremente para formatação e instalação de programas diversos.

Uma outra característica desses computadores é que são bastante heterogêneos, ou seja, possuem diversas configurações, o que não é muito aconselhável para a construção de clusters do tipo Beowulf, que necessitam de uma configuração mais homogênea para evitar o desbalanceamento de cargas. No entanto, como o objetivo da oficina era proporcionar o contato com a Computação de Alto Desempenho, através da construção de uma arquitetura paralela e o desenvolvimento de códigos paralelos, essa informação foi repassada aos alunos, porém não desestimulou a realização da oficina. A configuração das máquinas utilizadas pode ser observada no Quadro 2.

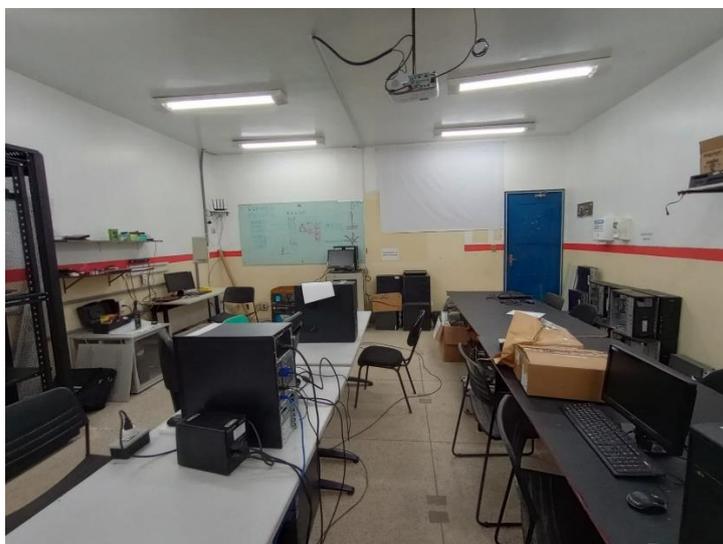


Figura 1. Laboratório de Manutenção de Redes.

Para realizar a configuração do cluster foi utilizado o sistema operacional Linux na distribuição Ubuntu¹, versão 23.04, onde foram gerados *pendrives* de *boot*. Os alunos realizaram a instalação e configuração, de forma conjunta com o instrutor, em todas as máquinas disponíveis. Denominando dessa forma como nó principal (*master*) e como os nós secundários (*slaves*), definidos como node1, node2, node3, node4, node5 e node6.

Quadro 2. Configuração das Máquinas do Cluster Educacional

Nó	Placa Mãe	CPU	Memória	HD
Master	ASRock H61M-HG4	Intel Core i7 3770 3,40 GHz	16 GB DDR3	1 TB WD Green
Node1	PCWare M61PMV	AMD Athlon X2 240 2,8 GHz	2 GB DDR3	128 GB SATA SSD
Node2	Asus TUF H310M Plus Gaming/BR	Intel Core i5 8400 2,8 GHz	8 GB DDR4	128 GB NVME SSD
Node3	PCWare M61PMV	AMD Athlon X2 240 2,8 GHz	2 GB DDR3	128 GB SATA SSD
Node4	Asus TUF H310M Plus Gaming/BR	Intel Core i5 8400 2,8 GHz	8 GB DDR4	128 GB NVME SSD
Node5	Asus PRIME A520M-E	AMD Ryzen 5 5600G 3,9 GHz	12 GB DDR4	128 GB SATA SSD
Node6	Asus TUF H310M Plus Gaming/BR	Intel Core i5 8400 2,8 GHz	8 GB DDR4	128 GB NVME SSD

Após a configuração do cluster, foram instaladas as API do OpenMP² (versão 5.2) e do OpenMPI³ (versão 4.1.5) com o objetivo de utilizá-las para introduzir os fundamentos da Programação Paralela, bem como a construção de programas básicos utilizando essas APIs. Para a construção dos programas foi utilizada a linguagem de programação C, e os códigos desenvolvidos foram compilados com o compilador gcc. A Figura 2 apresenta os alunos realizando as configurações nos computadores do cluster.



Figura 2. Alunos Configurando as Máquinas do Cluster Educacional.

Para realizar a parte teórica da oficina foi utilizado um laboratório convencional de aula, contendo 20 computadores, onde o acesso ao cluster montado e configurado era realizado via

¹ <https://ubuntu.me/>

² <https://www.openmp.org/>

³ <https://www.open-mpi.org/>

ssh para executar os códigos que foram construídos com o OpenMP e o OpenMPI. O laboratório de ensino, onde foi desenvolvida as aulas teóricas, pode ser visualizado na Figura 3 (a). Em 3 (b), alunos acessando o cluster educacional, no laboratório de ensino, via ssh.



Figura 3. Em (a) Laboratório Utilizado para as Aulas Teóricas e em (b) Alunos Acessando o Cluster via ssh.

3. Análise dos Resultados e Discussões

Para avaliar o processo de ensino de aprendizagem da oficina foram utilizados dois questionários, um pré e outro pós-oficina. Esses questionários foram aplicados com o objetivo de compreender as expectativas dos alunos, o grau de conhecimento sobre os temas abordados, entre outras informações.

3.1. Avaliação do Questionário Pré-oficina

No primeiro dia, antes de se iniciar a oficina, os alunos acessaram um questionário elaborado no *Google Forms* que teve como objetivo avaliar o nível de conhecimento dos participantes sobre os temas que seriam abordados, bem como suas expectativas em relação a realização da oficina. Neste primeiro dia, apesar dos 26 inscritos, compareceram apenas 13 alunos, que acessaram e responderam, de forma *on-line*, as 18 perguntas contidas no formulário pré-oficina. O questionário pode ser acessado em: <https://forms.gle/B3uyPK7nezUpXPMaA>.

Considerando a quantidade de perguntas realizadas e o espaço disponível para discussão neste artigo, optou-se por discutir aqui apenas as perguntas relacionadas à Programação Paralela e Cluster de Computadores, pois são o foco deste trabalho.

Como o objetivo da oficina era a montagem e configuração de um Cluster de Computadores, foi perguntado se os participantes sabiam o que era um Cluster, 64,3% responderam que nunca ouviram falar sobre o assunto, os outros 35,7% afirmaram que possuíam uma compreensão básica do que era. Ou seja, mesmo desconhecendo a tecnologia, os alunos tiveram interesse em aprender sobre algo novo e talvez, isso tenha sido o grande motivador para que eles participassem da oficina.

Outra pergunta do questionário e que estava ligado diretamente à oficina, é a possibilidade de se prolongar a vida útil dos computadores através da construção de cluster de computadores. Percebe-se que apenas 7,10% dos participantes, tinham conhecimento da possibilidade de se utilizar computadores, com algum tempo de uso, na montagem de cluster para realizar processamento paralelo. Enquanto que 42,90% tinham conhecimento da possibilidade de se prolongar a vida útil dos computadores, porém não através da construção de cluster de computadores. E metade dos participantes (50%), desconheciam qualquer possibilidade de prolongamento da vida útil dos computadores. Isso pode ser resultado da falta de disciplinas

ligadas ao meio ambiente na matriz curricular do curso. E disciplinas dessa natureza são fundamentais na atualidade, pois abordam temas como reutilização, reciclagem, logística reversa, cuidados com o meio ambiente, entre outros temas.

Realizando uma análise das respostas dos alunos, sobre Processamento Paralelo, verifica-se que apesar de 64,3% afirmar possuir algum conhecimento sobre threads, 92,9%, ou seja, a grande maioria, não apresentava qualquer conhecimento sobre o tema da oficina, e a ligação entre a Programação Paralela com o uso de threads. Isso pode ser resultado da forma como o conteúdo (thread) foi abordado, não sendo repassado que com o uso de threads, pode-se executar partes de uma tarefa. Já com relação ao conhecimento (ou falta dele) sobre o tema Programação Paralela, é devido à ausência desse tipo de conteúdo na matriz curricular dos cursos técnicos em Informática, o que acaba por não abordar temas importantes e atuais na formação destes alunos.

Quando a abordagem é sobre conhecimento sobre linguagens de programação, percebe-se pela Figura 4, que quase 80% dos participantes não possui nenhuma experiência com as linguagens C/C++, e 20% possui pouca experiência. Linguagens que, para a Programação Paralela, são de grande relevância por conta do ganho de desempenho que pode ser alcançado. E mesmo quando a linguagem é o Python, também se percebe pouca experiência no uso desta, um pouco superior aos 80%. Apesar de haver disciplinas ligadas à programação na matriz curricular, os alunos possuem alguma dificuldade ou resistência a essa parte do curso.

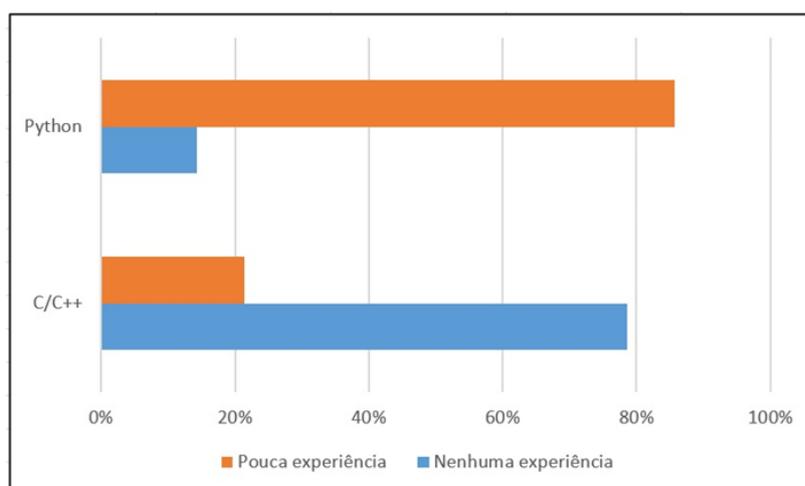


Figura 4. Conhecimentos sobre as Linguagens de Programação C/C++ e Python.

3.2. Avaliação do Questionário Pós-oficina

No último dia, após o encerramento da oficina, os alunos acessaram um segundo questionário, também elaborado no *Google Forms*, e que teve como objetivo avaliar a qualidade da oficina, das instalações, do material utilizado, entre outros pontos. Neste último dia, apesar dos 13 que iniciaram a oficina, haviam apenas 11 alunos, que acessaram e responderam, de forma *on-line*, as perguntas contidas no formulário pós-oficina. O questionário pode ser acessado em: <https://forms.gle/wUoudZusgZxYDRQA8>

Os dados coletados com a aplicação deste formulário foram bastante satisfatórios, pois das perguntas realizadas, todos, ou a grande maioria dos participantes, saíram da oficina bem satisfeitos com o que foi apresentado e discutido, relatando que a mesma atendeu as expectativas que eram esperadas. O gráfico apresentado na Figura 5 retrata as respostas “SIM” das referidas perguntas apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Perguntas P-1 a P-17 do Questionário Pós-Oficina.

P-1	Com base no que você aprendeu na oficina, você compreendeu o que é TI Verde?
P-2	Você entendeu a importância do gerenciamento adequado do lixo eletrônico?
P-3	Você se sente mais capacitado para aplicar práticas de TI verde na sua vida pessoal e profissional?
P-4	Você compreendeu o que é, bem como os diferentes tipos de cluster de computadores?
P-5	Você conseguiu compreender o que é a Programação Paralela?
P-6	Você entendeu o uso das bibliotecas paralelas OpenMP e MPI?
P-7	Você é capaz de desenvolver simples programas usando OpenMP e MPI?
P-8	Você considera que a oficina atendeu às suas expectativas?
P-9	Você acha que a oficina foi bem estruturada e organizada?
P-10	Você acredita que o conteúdo ministrado seria suficiente para realizar uma avaliação do conhecimento?
P-11	Você acha que o material de apoio fornecido foi suficiente para o desenvolvimento da oficina?
P-12	As aulas práticas foram suficientes para o seu aprendizado?
P-13	As aulas teóricas foram suficientes para o seu aprendizado?
P-14	O instrutor foi capaz de explicar os conceitos de forma clara e objetiva?
P-15	Você teve a oportunidade de praticar (além das aulas) o que foi ensinado na oficina?
P-16	Você recomendaria esta oficina para outras pessoas?
P-17	Você sentiu-se motivado a continuar estudando o assunto após a oficina?

As legendas P-1 a P-17 retratam as perguntas realizadas no questionário pós-oficina (Quadro 3). Na Figura 5, pode-se destacar as respostas da pergunta P-15, que chama a atenção, pelo baixo índice de “SIM”, no entanto, como pode ser consultado no Quadro 3, essa pergunta questiona se os participantes tiveram a oportunidade de praticar (fora da oficina) o que foi apresentado, e poucos afirmam ter praticado algum dos conceitos fora do horário da oficina.

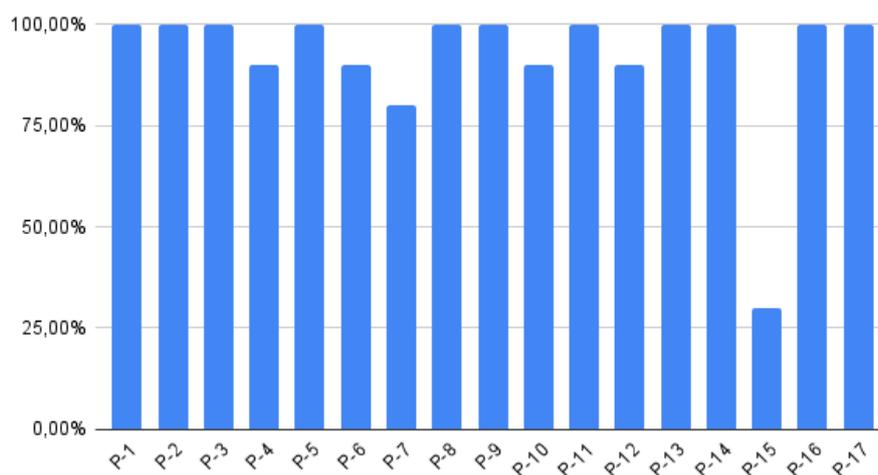


Figura 5. Avaliação dos Participantes para as Perguntas de 1 a 17.

Os alunos também realizaram uma avaliação sobre pontos como: Conteúdo da Oficina, Material Didático utilizado, Laboratórios, Atividades Teóricas e Práticas desenvolvidas, entre outros fatores. Para essa avaliação, foi utilizada uma escala de 1 até 5, onde 1 significa “Muito Insatisfeito” e 5 “Muito Satisfeito”. A média dos valores pode ser visualizado na Figura 6. Percebe-se que os alunos ficaram satisfeitos com o resultado final da oficina, pois todos os itens tiveram médias acima de 4,5, em uma escala que vai até 5.

O único item que obteve média abaixo de 4,5, foi o quesito laboratório, isso pode ser explicado pela limitação do número de máquinas, o que fez com que dois participantes dividissem um computador. Soma-se a isso, não haver a possibilidade de realizar a parte de testes e montagem das máquinas, o que não foi permitido nem pela direção do Instituto, nem pelos professores responsáveis pelos laboratórios.

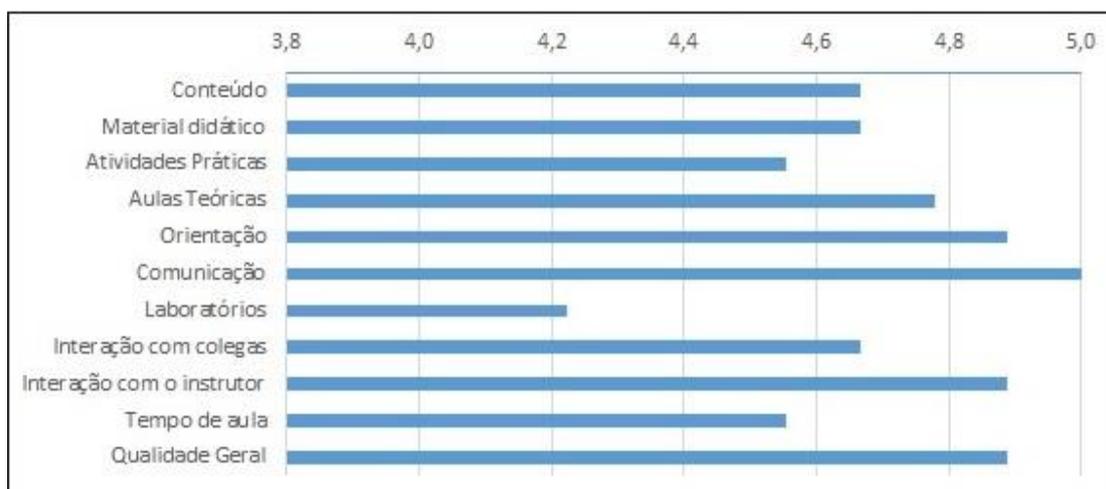


Figura 6. Médias das Avaliações Realizadas pelos Alunos.

4. Ameaça à Validade do Trabalho

Apesar da oficina ter sido muito bem avaliada pelos participantes, alguns pontos podem ser destacados, quanto a ameaça à validade do trabalho. Talvez, um dos primeiros, é a quantidade de alunos que efetivamente participou. Com a limitação do espaço físico que possuía apenas 20 computadores, fez-se necessário a suspensão das inscrições já no segundo dia, pois nesses dois dias, o curso já contava com 26 inscritos. Porém, nem todos que se inscreveram participaram. No primeiro dia, compareceram apenas 13 alunos, e desses, 11 finalizaram a oficina.

Pode ser destacado, também, a ausência da montagem dos computadores que seriam utilizados, pois o objetivo inicial era de poder testar e montar alguns equipamentos que estavam sem uso efetivo para realizar a montagem e configuração do cluster, no entanto, antes do início da oficina não foi liberado a desmontagem dos computadores para os devidos testes. Essa etapa, que seria bastante interessante para os participantes, acabou não sendo realizada. Dessa forma, foi possível apenas realizar as instalações do sistema operacional e das bibliotecas utilizadas, e configurações do ambiente de cluster.

Outro ponto que pode ser destacado, foi não ter sido possível aprofundar os estudos sobre a Programação Paralela. Os conceitos foram introdutórios e os participantes da oficina tiveram um contato inicial com códigos escritos com OpenMP e OpenMPI. Mesmo assim, puderam compreender as estruturas e comandos básicas, bem como o processo de instalação, compilação e execução dos códigos fontes desenvolvidos em C, com essas APIs Paralelas.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Nem sempre a inclusão das inovações tecnológicas, embora já consolidadas no meio científico, se fazem presentes nas matrizes curriculares dos cursos técnicos em Informática. Inovações como os conceitos da Computação de Alto Desempenho (CAD), que envolve o ensino da Programação Paralela e a construção e configuração de Clusters de Computadores, podem ser introduzidos (ou incentivados) através de disciplinas optativas e cursos de extensão, com o propósito de motivar discentes ao conhecimento da área em que estão inseridos.

O ensino da programação de computadores serve como base para o desenvolvimento de outras disciplinas na área da Computação. Os conhecimentos de lógica e o domínio de uma linguagem de programação são algumas das habilidades e competências esperadas de um aluno da área de Computação.

O objetivo deste trabalho foi apresentar aos alunos dos cursos técnicos em Informática e Manutenção e Suporte de Informática, os fundamentos da Arquitetura Paralela, através da montagem e configuração de um cluster de computadores. Os resultados foram empolgantes e estimulantes, tanto para os pesquisadores, quanto para os alunos que participaram, apesar do curto período do curso.

Como trabalhos futuros, tem-se o objetivo de realizar uma continuidade para esta oficina, onde se pretende realizar uma abordagem voltada, de uma forma mais objetiva, ao ensino da Programação Paralela, utilizando metodologias ativas, para incentivar ainda mais os alunos, no processo de aprendizagem da elaboração de códigos paralelos.

6. Referências

ACM and IEEE-CS (2020). *Computing Curricula: Paradigms for Global Computing Education*.

Almeida Jr, R.; Farias, H.; Saavedra, M.; Araújo, J., (2021). Metodologias de Ensino na Programação Paralela com Placas Gráficas: Uma Revisão Sistemática da Literatura. In XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), p. 1243- 1252, Congresso on-line. DOI: 10.5753/sbie.2021.218451

Almeida Jr., R.; Araújo, J. S., (2022). Uma Avaliação do uso das Placas Gráficas no Ensino da Programação Paralela nos Cursos de Computação no Brasil. In Anais do XXX Workshop sobre Educação em Computação (WEI), p. 357–368, Niterói – RJ.

CNE/CEB (2020). Resolução nº 2. In Diário Oficial da União, 21 de dezembro de 2020. Seção 1, pp. 170.

Dias, H. D. de A; Araújo, J. de S. (2022); Uma Avaliação do Ensino da Programação e da Introdução dos Conceitos de Computação de Alto Desempenho nos Cursos Técnicos de Informática: Um Estudo de Caso em um Instituto Federal no Interior do Pará. In 19th International Conference in Information Systems and Technology Management (CONTECSI). São Paulo – SP. DOI: 10.5748/19CONTECSI/PSE/EDU/6932

Martins, G. (2020); Avaliação do Uso de Desafios no Aprendizado de Programação Paralela. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências da Computação e Matemática Computacional, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo.

Santos Jr., M. F., Silva, S. A. (2020), Mostra de Ideias: Aplicação de uma Metodologia Gamificada e Baseada em Problemas no curso de Sistemas de Informação da Universidade do Estado de Mato Grosso In XXVII Workshop sobre Educação em Computação (WEI). p. 151-155. Cuiabá – MT.

Zorzo, A. F.; Nunes, D.; Matos, E.; Steinmacher, I.; Araujo, R. M. de; Correia, R.; Martins, S. (2017). Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação. In Sociedade Brasileira de Computação (SBC).