

As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 4

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)



Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 4 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-433-7 DOI 10.22533/at.ed.337192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
VARIAÇÃO ESTACIONAL DA OFERTA E DO PREÇO DE TOMATE LONGA VIDA EM MINAS GERAIS	
Luis Felipe Lima e Silva Douglas Correa de Souza Wilson Roberto Maluf	
DOI 10.22533/at.ed.3371925061	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DA CINÉTICA DE SECAGEM DO NABO JAPONES (<i>Raphanus Sativus Var. Acanthioformis</i>) E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DIFUSIVO DE TRANSFERÊNCIA DE MASSA	
Thayná de Lima Costa Keyvlin dos Santos Pais Marcela Felix dos Santos Monique Mendes dos Santos Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
DOI 10.22533/at.ed.3371925062	
CAPÍTULO 3	22
CINÉTICA DE SECAGEM DE YACON (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) E AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS	
Luan Gustavo dos Santos Thais de Freitas Brauna Joice Cristina Catache Menezes Rosângela Cacho Ferreira Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
DOI 10.22533/at.ed.3371925063	
CAPÍTULO 4	31
CINÉTICA DE SECAGEM DA FRUTA DE NONI (<i>Morinda citrifolia linn</i>): INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA DIFUSIVIDADE EFETIVA	
Thayná de Lima Costa Fernanda de Oliveira Coaresma Bruna Martinhago Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
DOI 10.22533/at.ed.3371925064	
CAPÍTULO 5	40
AVALIAÇÃO DE MODELOS DE SECAGEM E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DIFUSIVO DE CARÁ (<i>Dioscorea alata</i>)	
Luan Gustavo dos Santos Cristian Rocha da Silva Marcela Felix dos Santos Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
DOI 10.22533/at.ed.3371925065	

CAPÍTULO 6 49

TRATAMENTO DE CASTANHA DE CAJU POR RADIAÇÃO UV-C DE LED PARA REDUÇÃO DE BOLORES

Leticia Cabrera Parra Bortoluzzi
Iasmim Pereira de Moraes
Ana Rita Zulim Leite
Brenda Dall Molin
Sidnei Macedo Pereira Filho
Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini
Fabio Henrique Poliseli Scopel
Roberto Ribeiro Neli
Roberta de Souza Leone
Heron Oliveira dos Santos Lima

DOI 10.22533/at.ed.3371925066

CAPÍTULO 7 58

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DOS EXTRATOS BRUTOS DE MUTAMBA E CATUABA CONTRA O FUNGO *Botrytis cinerea*

Amanda Correia Gardenal
Ana Rita Zulim Leite
Iasmim Pereira de Moraes
João Carlos Palazzo de Mello
Daniela Cristina de Medeiros
Danielly Chierrito de Oliveira Tolentino
Mariane Roberta Ritter
Naiara Cássia Gancedo
Sharize Betoni Galende
André Oliveira Fernandes da Silva
Leila Larisa Medeiros Marques
Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini

DOI 10.22533/at.ed.3371925067

CAPÍTULO 8 67

COMPARAÇÃO DE LEVEDURAS CERVEJEIRAS SECA E ÚMIDA

Camila A. Carazzato
Mário L. Lopes
Sandra H. da Cruz

DOI 10.22533/at.ed.3371925068

CAPÍTULO 9 76

INFLUÊNCIA DO USO DE TRAÇADOR COLORIDO NO CULTIVO EM ESTADO SÓLIDO

Marianny Silva Canedo
Lucas Portilho da Cunha
João Paulo Henrique
João Cláudio Thoméo

DOI 10.22533/at.ed.3371925069

CAPÍTULO 10 85

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE CUPCAKES COM FARINHA DE TARO (*Colocasia esculenta*) COMO ALTERNATIVA NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS PARA PORTADORES DE DOENÇA CELÍACA

Pedro Garcia Pereira da Silva
Aline Rodrigues Pontes
Gisele Fernanda Alves da Silva
Marcello Lima Bertuci
Tuany Yuri Kuboyama Nogueira

DOI 10.22533/at.ed.33719250610

CAPÍTULO 11 91

OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE ISENTO DE GLÚTEN UTILIZANDO FARINHA DE ARROZ, TEFF E SORGO

Geovana Teixeira de Castro
Luiza Pelinson Tridapalli
Angélica Maria Delovo Fernandes
Flávia Aparecida Reitz Cardoso
Leila Larisa Medeiros Marques
Renata Hernandez Barros Fuchs
Adriana Aparecida Droval
Hellen Fernanda da Silva Paulino
Lucas de Souza Nespeca
Beatriz Musi Sarris Gomes Lourenço
Leonardo Vasconcelos Jacovassi
Pamela da Silva Souza

DOI 10.22533/at.ed.33719250611

CAPÍTULO 12 100

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE TRÊS MARCAS DE BACON COMERCIAL

Bruna Grassetti Fonseca
Bianca Guimarães
Maria Julia Neves Martins
Ana Carolina Conti e Silva

DOI 10.22533/at.ed.33719250612

CAPÍTULO 13 108

DESENVOLVIMENTO DE LOMBO DEFUMADO PRODUZIDO COM CARNE DE JAVALI

Lucas de Souza Nespeca
Camila da Silva Venancio
Ana Claudia Montuan de Sousa
Adriana Aparecida Droval
Leila Larisa Medeiros Marques
Renata Hernandez Barros Fuchs
Flávia Aparecida Reitz Cardoso
Natália da Silva Leitão Peres
Angélica Maria Delovo Fernandes
Lucas Shinti Iwamura
Larissa Correa

DOI 10.22533/at.ed.33719250613

CAPÍTULO 14 118

OTIMIZAÇÃO DE MORTADELA COM APLICAÇÃO DE MACA PERUANA

Natália da Silva Leitão Peres
Letícia Cabrera Parra Bortoluzzi
Adriana Aparecida Droval
Leila Larisa Medeiros Marques
Flávia Aparecida Reitz Cardoso
Renata Hernandez BarrosFuchs
Camila da Silva Venancio
Lucas de Souza Nespeca
Luiza Pelinson Tridapalli
Lucas Shinti Iwamura
Larissa Correa
Angélica Maria Delovo Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.33719250614

CAPÍTULO 15 127

CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA OBTIDA DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Bárbara de Sena Nunes Menezes
Beatriz Helena Paschoalinotto
Camila da Silva Venancio
Flávia Aparecida Reitz Cardoso
Adriana Aparecida Droval
Renata Hernandez Barros Fuchs
Pâmela da Silva Souza
Natália da Silva Leitão Peres
Maria Gabriella Felipe Silva
Leila Larisa Medeiros Marques
Larissa Correa
Lucas Shinti Iwamura

DOI 10.22533/at.ed.33719250615

CAPÍTULO 16 137

PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROCAPSULAS POLI (UREIA-FORMALDEÍDO) PREENCHIDAS COM ÓLEO DE SILICONE COMO INIBIDOR DE CORROSAO PARA APLICAÇÃO EM TINTAS

Renata França Palhano
Rogério Gomes de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.33719250616

CAPÍTULO 17 152

REMOÇÃO DE Cu(II) POR ADSORÇÃO EMPREGANDO CASCA DE COCO MODIFICADA COM FORMALDEÍDO POLIMERIZADO

José Eduardo da Silva
Francisco Idelbrando Lima Rodrigues
Sara Nóbrega Pacífico
Aline Sales Ferreira
Leonardo Félix Santiago
Luisa Celia Melo Pacheco
Francisco André Andrade Aguiar
Vicente Oliveira de Sousa Neto

DOI 10.22533/at.ed.33719250617

CAPÍTULO 18 163

ENTALPIA E ENTROPIA DE SORÇÃO DE ÁGUA DA FARINHA DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule Aellen*)

Julles Mitoura dos Santos Junior
Mona Mellissa Oliveira Cruz
Augusto Pumacahua Ramos
Diana Maria Cano Higueta
Romildo Martins Sampaio
Harvey Alexander Villa Vélez

DOI 10.22533/at.ed.33719250618

CAPÍTULO 19 178

NANOTECNOLOGIA E MEDICINA: NOVAS PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Gustavo Marquezi Borges
Douglas Daniel Dalle Corte
Iago Bissani Pesavento
Odirlei Antônio Magnagnagno

DOI 10.22533/at.ed.33719250619

CAPÍTULO 20 186

RISCO E DOLO EVENTUAL NA INTERFACE ENTRE ENGENHARIA E DIREITO

Antonio Maria Claret-Gouveia
Alberto Frederico Vieira de Sousa-Gouveia
Miguel Paganin Neto

DOI 10.22533/at.ed.33719250620

CAPÍTULO 21 199

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA EM POSTOS DE TRABALHO DE MARCENARIAS NA CIDADE DE MOSSORÓ – RN

Bruno Ítalo Franco de Oliveira
Fabrícia Nascimento de Oliveira
Carolina Mendes Lemos
João Márcio Rebouças Araújo
Thaynon Brendon Pinto Noronha
Wandick Nascimento Dantas
Pedro Renato Moraes Salgado
Anderson Nunes Silva
Ana Victoria Carlos Almeida
Luara Karolinny Machado de Oliveira
Jerfson Moura Lima

DOI 10.22533/at.ed.33719250621

CAPÍTULO 22 216

COMO A DISSEMINAÇÃO EFICIENTE DAS POLÍTICAS DE TI PODE INFLUENCIAR NA MELHORIA DOS SERVIÇOS PRESTADOS À CIDADE

Luiz Fernando Rocha Pombo
Ana Paula Guzela Bertolin

DOI 10.22533/at.ed.33719250622

CAPÍTULO 23	228
ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO DE EXECUÇÃO DE ALGORITMOS NO CUDA E NO OPENCL	
Antonio Raian de Lima Mendes	
Angelo Amâncio Duarte	
DOI 10.22533/at.ed.33719250623	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	234

ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO DE EXECUÇÃO DE ALGORITMOS NO CUDA E NO OPENCL

Antonio Raian de Lima Mendes

Graduando em Engenharia de Computação,
Universidade Estadual de Feira de Santana

Feira de Santana – Bahia

Angelo Amâncio Duarte

Departamento de DETEC, Universidade Estadual
de Feira de Santana

Feira de Santana – Bahia

ALGORITHM IN CUDA AND OPENCL

ABSTRACT: Parallel computing has come about through the growing demand for more efficient data processing, and with it some modifications have been made to the programming paradigm and processors that have gained more processing units, which allows us to parallelize activities making the process more efficient. This article presents the comparative study of computational performance between two tools that are more present in the market and that help in the elaboration of algorithms of high performance: CUDA and OpenCL. Through tests, we quantitatively analyzed the platform efficiency for the NVIDIA Tesla C2070 board and identified the most effective.

KEYWORDS: CUDA, OpenCL, High Performance Computing

RESUMO: A computação paralela surgiu mediante a crescente demanda por processamento de dados mais eficaz e com ela algumas modificações foram feitas no paradigma da programação e nos processadores que ganharam mais unidades de processamento, o que nos permite paralelizar atividades tornando o processo mais eficaz. Este artigo apresenta o estudo comparativo de desempenho computacional entre duas ferramentas que estão mais presentes no mercado e que auxiliam na elaboração de algoritmos de alto desempenho: CUDA e OpenCL. Através de testes realizados analisamos quantitativamente a eficiência das plataformas para a placa Tesla C2070 da NVIDIA e identificamos a mais eficaz.

PALAVRAS-CHAVE: CUDA, OpenCL, Computação de Alto Desempenho

1 | INTRODUÇÃO

A Computação Paralela (CP) originou-se diante da demanda de armazenar dados cada vez maiores e processá-los mais rápido (ROCHA, 2007/2008), nesse sentido os computadores com mais de um núcleo de processamento (*manycore* e *multicore*) foram concebidos para atender essas necessidades. Um exemplo de processadores que se assemelham aos *manycore*, possuindo dezenas de unidades

COMPARATIVE STUDY OF PERFORMANCE

de processamento, são as Placas Gráficas (GPU) que foram projetadas para auxiliar em cálculos de uso intensivos dos processadores comuns, elas possuem muito mais núcleos de processamentos que permite a execução simultânea de operações idênticas sobre dados diferentes (SIMD) (DE PAULA, 2014).

Para gerenciar a implementação de algoritmos novas plataformas foram criadas e com elas outras tecnologias como *Application Programming Interface* (API) e bibliotecas foram aprimoradas. APIs e bibliotecas são interfaces usadas para acessar algumas funções existentes sem necessariamente saber como o código fonte funciona, a diferença básica é que as primeiras são mantidas por entidades e isso agrega uma confiabilidade maior aos serviços. Atualmente, as plataformas que mais se destacam para computação paralela usando GPU são: *Compute Unified Device Architecture* (CUDA), *Open Computing Language* (OpenCL).

A plataforma CUDA foi criada pela NVIDIA em 2006, com o intuito de otimizar a execução de algoritmos nas placas desenvolvidas por esta empresa, enquanto o OpenCL, desenvolvido pela Khronos, é uma plataforma aberta que comporta a paralelização de aplicações e, também, admite a elaboração de códigos heterogêneos podendo assim aproveitar tanto a CPU quanto a GPU (TSUCHIYAMA, 2010).

Portanto, a pesquisa teve como intuito testar, comparar e identificar, dentre a CUDA e o OpenCL, a plataforma que potencializa a criação de algoritmos de alto desempenho para intensificar resultados em tempo de execução.

2 | MÉTODOS

O presente artigo adota a abordagem teórica de Lauro de Paula (DE PAULA, 2014) e a comparação de performance de Karime, Dikson e Hamze (KARIME, 2010) que conclui que o CUDA possui algumas vantagens sobre a OpenCL por conter algumas ferramentas que ajudam na criação de códigos e na alocação e recuperação de dados da GPU. Porém, o CUDA só pode ser utilizado em placas da NVIDIA, enquanto a plataforma da Khronos é genérica e podendo ser empregada em placas de outras fabricantes.

A pesquisa foi dividida em três etapas: A primeira consistiu em encontrar trabalhos já realizados que pudessem nortear nossa pesquisa. A segunda etapa configuramos os computadores com as devidas APIs e realizamos os testes. Finalmente, na terceira etapa usamos os dados para comparar os desempenhos e definir a plataforma mais eficaz.

Na etapa dois configuramos o ambiente para iniciar a fase de testes e nos deparamos com alguns problemas de compatibilidade de hardware. A configuração do ambiente gerou um tutorial que está disponível no site do laboratório (iacad.uefs.br).

O procedimento utilizado para determinar a melhor plataforma foi o uso de benchmarks que são softwares que possuem testes computacionais para quantificar

o desempenho de um computador, seja ele de cômputo, gráfico ou de transferência de dados, permitindo a comparação entre dois ou mais computadores ou sistemas computacionais (CANALTECH, 2014). Esses softwares buscam extrair o máximo desempenho do computador, geralmente com operações algébricas usando matrizes com uma quantidade elevada de linhas e colunas, computação gráfica e testes de transferência de dados entre os processadores (CPU e GPU).

O benchmark que escolhemos para automatizar os testes foi o ViennaCL (VIENNA CL, 2017), por possuir diversos testes escritos em linguagem C para CUDA e para OpenCL. Dessa maneira, pudemos comparar a mesma funcionalidade para ambas as plataformas.

O teste que utilizamos foi o `dense_blas` (http://viennacl.sourceforge.net/doc/dense__blas_8cpp.html), que manipula matrizes densas e esparsas com muitas linhas e colunas. O `dense_blas` utiliza pontos flutuantes (`float` e `double`, forma computacional de representar valores reais), em processos aritméticos multiplicando valores, vetores e matrizes, quantificando o cômputo e a taxa de transferência de dados entre as operações. Os principais métodos do `dense_blas` são mostrados na Tabela 1.

Método	Descrição
bench	Esse método é o principal do benchmark, responsável por receber os parâmetros que são usados nos métodos seguintes. Os parâmetros são: O tamanho dos vetores e os tamanhos das linhas e colunas das matrizes.
bench – BLAS_1	Esse método faz a cópia de um vetor para outro (COPY), a multiplicação de um vetor por um número (AXPY) e a multiplicação de dois vetores (DOT). Sempre usando o parâmetro BLAS1_N como tamanho dos vetores.
bench – BLAS_2	Usando os parâmetros BLAS2_N e BLAS_2M, cria-se dois vetores X e Y e uma matriz A. Inicialmente multiplica-se o X pela matriz A (GEMV-N) e em seguida multiplica o vetor resultado Y pela matriz transposta de A (GEMV-T).
bench – BLAS_3	Com os parâmetros BLAS3_M, BLAS3_N, BLAS3_K cria-se três matrizes, A, B e C. Em seguida é feita a multiplicação de A por B (GEMM-NN), de A pela transposta de B (GEMM-NT), da transposta de A por B (GEMM-TN) e das transpostas de A e B (GEMM-TT). C é a matriz resultante das multiplicações.

Tabela 1. Principais métodos do `dense_blas`.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes foram aplicados na placa da NVIDIA, a Tesla C2070, que possui 6GB de memória, 448 núcleos de processamento e um barramento de 384bits. A execução do `dense_blas` gerou dados que estão expostos em forma de gráficos na figura 3 e 4 para facilitar a análise.

Os prefixos 's' e 'd' referem-se às operações com dados do tipo float ou double, respectivamente. Os dados do gráfico da figura 3 temos os métodos que quantificam a taxa de transferência em giga bytes por segundo:

- COPY que é a cópia dos valores de um vetor para outro;
- AXPY é a multiplicação de um vetor por um escalar somado a outro vetor;
- DOT consiste na taxa para multiplicação de vetores;
- GEMV-N é a quantidade de operações de ponto flutuante na multiplicação de uma matriz por um vetor;
- GEMV-T que é a quantidade de operações de uma matriz transposta por um vetor.
- Na figura 4 temos:
- GEMM-NN que equivale a quantidade operações para realizar uma multiplicação de duas matrizes;
- GEMM-NT e o GEMM-TN que constituem-se na quantia de operações na multiplicação de uma matriz transposta por uma matriz normal;
- GEMM-TT operações na multiplicação de duas matrizes transpostas quantificados em Giga Flops por segundo.
-

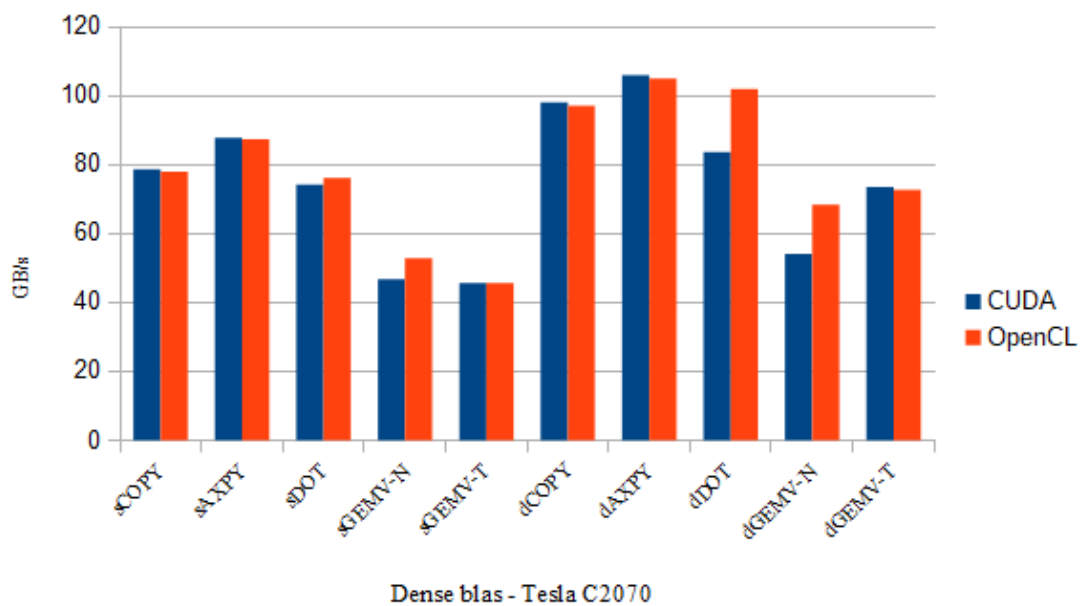


Figura 3: Gráfico dos dados transferidos na execução do dense_blas na GPU Tesla C2070.

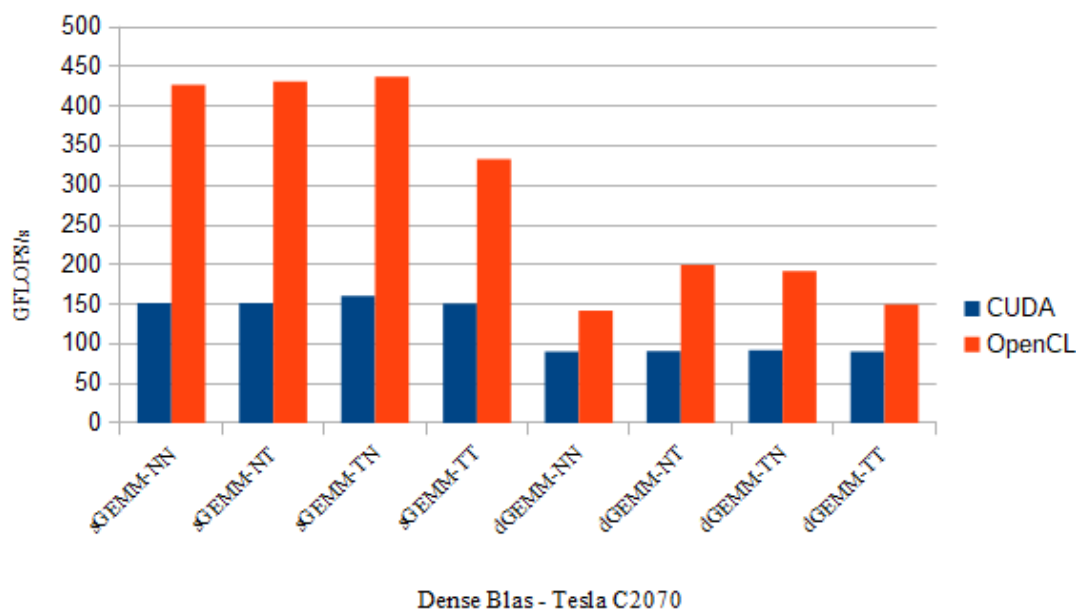


Figura 3: Gráfico dos GFlops na execução do dense_blas na GPU Tesla C2070.

Ao observar o gráfico da figura 3, constatamos que a quantidade de dados transferidos por segundo é quase a mesma entre as duas plataformas e no gráfico da figura 4, notamos que a diferença de Gflops (quantidade de operações por segundo) do código em OpenCL é consideravelmente maior que o do CUDA.

Com base nos dados coletados na execução do dense_blas na Tesla, podemos notar que em desempenho a plataforma OpenCL mostrou-se mais eficaz. Portanto, considerando-se o resultado dos testes e a compatibilidade da plataforma com as placas gráficas, podemos afirmar que o OpenCL possui vantagens consideráveis em relação à CUDA.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término da análise comparativa entre as plataformas CUDA e a OpenCL, criadas pela NVIDIA e pela Khronos, respectivamente, averiguamos o desempenho de cômputo e da transferência de dados utilizando-se o código dense_blas (Anexo II) do pacote de benchmarks do ViennaCL (VIENNACL, 2017). Por fim, identificamos que o desempenho das duas plataformas são similares, a OpenCL se sobressaiu apenas nos algoritmos que demandam maior volume de cômputo - como multiplicação de matrizes - e os possíveis motivos para tal resultado são as formas de implementação dos algoritmos e/ou a compatibilidade entre a versão do benchmark e as versões CUDA e OpenCL. De acordo com os dados coletados, nota-se que a OpenCL é a opção mais factível, pois mesmo com menos ferramentas de criação ela atende as necessidades do programador permitindo a criação de códigos para diversas placas gráficas independente do fabricante.

REFERÊNCIA

CANALTECH. **O que é benchmark?** 2014. Disponível em: <https://canaltech.com.br/produtos/O-que-e-benchmark--26350/> Acesso em: 01 de Mar. De 2018.

DE PAULA, Lauro C. M. 2014. **CUDA vs. OpenCL: uma comparação teórica e tecnológica.** ForScience, v. 2, n. 1, p. 31-46, 2014. Disponível em: http://www.inf.ufsc.br/~bosco.sobral/ensino/ine5645/Cuda_x_OpenCL.pdf . Acesso em: Março de 2017.

KARIMI, Kamran; DICKSON, Neil G.; HAMZE, Firas. **A performance comparison of CUDA and OpenCL.** *arXiv preprint arXiv:1005.2581*, 2010.

ROCHA, Ricardo. 2007/2008. **Programação Paralela e Distribuída.** Disponível em: <https://www.dcc.fc.up.pt/~ricroc/aulas/0708/ppd/apontamentos/fundamentos.pdf>. Acesso: 17 de Mar. De 2017.

TSUCHIYAMA, R. 2010. **The OpenCL Programming Book.** [S.l.]: Fixstars.

VIENNACL. **About ViennaCL.** 2017. Disponível em: <http://viennacl.sourceforge.net/viennacl-about.html>. Acesso em: 01 de Março de 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-433-7

