



Orchestrating a brighter world

NEC

SX-Aurora TSUBASA

20.AGO.2020

{ERAD|ERAMIA}-SP 2020

NEC LATIN AMERICA S.A.

[HPC Team]

Carlos Bellei de Siqueira



Orchestrating a brighter world

NEC brings together and integrates technology and expertise to create the ICT-enabled society of tomorrow.

We collaborate closely with partners and customers around the world, orchestrating each project to ensure all its parts are fine-tuned to local needs.

Every day, our innovative solutions for society contribute to greater safety, security, efficiency and equality, and enable people to live brighter lives.

Grupo e sua Contribuição para C &C e HPC

O que é a NEC? De onde viemos?



Em 1977, Koji Kobayashi apresenta a visão

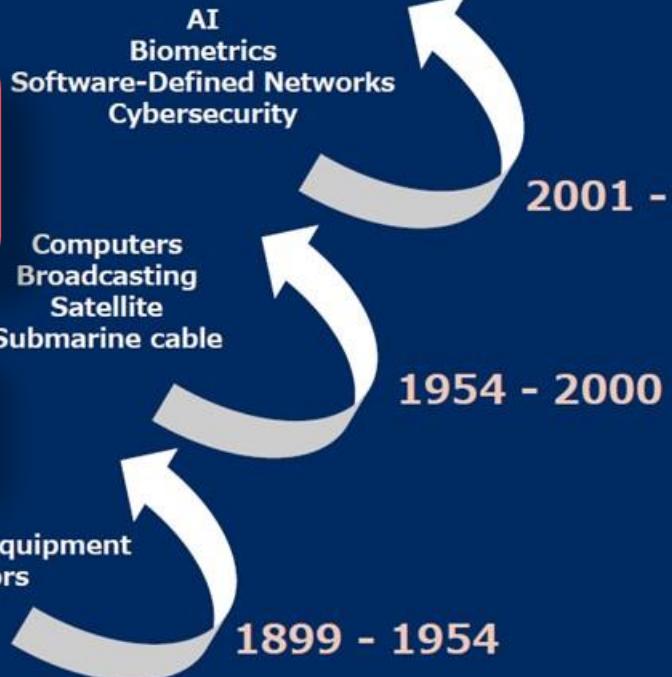
"C&C"

"No início do século XXI, será possível que as pessoas conversem e se vejam a qualquer hora, em qualquer lugar. Isto exigirá uma integração de tecnologias de comunicações, computadores e televisão."



Em 1886, Iwadare-san foi aos Estados Unidos trabalhar com Thomas Edison.

Quando voltou ao Japão, em 1899, fundou a Nippon Electric Company



Em suma, NEC é uma empresa que fornece Tecnologia há

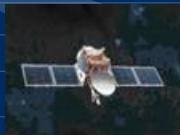
121 Anos

1899-1954

Telefonia
Equipamentos de Telecomunicações
Semicondutores



Satelite



1954 -

Computadores
Broadcasting
Satélite
Cabo Submarino



Cabos Submarinos



Microondas

HPC Series SX



Sondas Espaciais

2001 -

I.A.
Biometria
Software-Defined Networks
Cibersegurança



Identificação Biométrica



2017 -

SISTEMAS HÍBRIDOS para HPC

NEC at a Glance

Establishment

Established

1899

As of March 31, 2020

Sales



US\$ 28.4B

As of March 31, 2020

Tech Leadership

World

No. 1



^{*2}

Global Networks

327

group companies

169

countries & regions

Employees

Over **110,000**

employees



Patents



Approximately

49,000^{*3}

AI Researchers



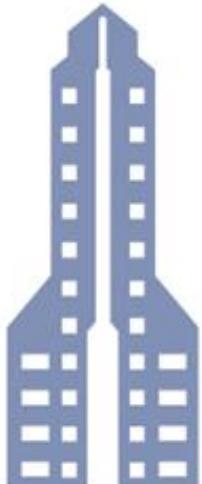
500

Anniversary

121

years

Thank you for all your support.
NEC is committed to being
a great partner and corporate citizen
for another 120 years to come.



^{*1} 2020 year-to-date calculated as 1,022.1 × 191.00 mln

^{*2} According to tests performed by the U.S. National Institute of Standards and Technology

^{*3} Cumulative total as of March 31, 2020

SX-Aurora TSUBASA

High Performance Computing



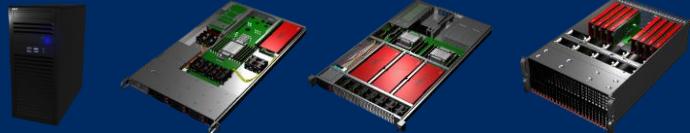
SX-2 1983		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	Bipolar 166 MHz 1.3 GFlops 10.7 GB/sec
SX-3 1989		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	Bipolar 340 MHz 5.5 GFlops 12.8 GB/sec
SX-4 1994		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	350 nm 125 MHz 2.0 GFlops 16.0 GB/sec
SX-5 1998		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	250 nm 250 MHz 8.0 GFlops 64.0 GB/sec
SX-6 2001		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	150 nm 500 MHz 8.0 GFlops 32.0 GB/sec
SX-7 2002		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	150 nm 552 MHz 8.8 GFlops 35.3 GB/sec
SX-8 2004		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	90 nm 1.0 GHz 16.0 GFlops 64.0 GB/sec
SX-9 2007		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	65 nm 3.2 GHz 102.4 GFlops 256.0 GB/sec
SX-ACE® 2013		Technology: CPU Frequency: CPU Performance: CPU Memory Bandwidth:	28 nm 1.0 GHz 256.0 GFlops 256.0 GB/sec

NEC entregou a Computadores de Processamento Vetorial por mais de 35 anos

Agora toda essa Tecnologia foi inserida em uma placa PCI (Vector Engine)



SX-Aurora TSUBASA (VE cards inside)



HPC da NEC no BRASIL

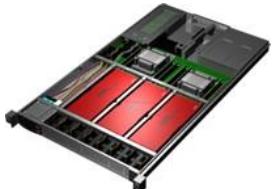
TAMBÉM NO BRASIL A NEC POSSUI HISTÓRICO DE FORNECIMENTO DE SOLUÇÃO DE COMPUTAÇÃO VETORIAL



A NEC foi fornecedora de HPC no CPTEC desde 1994 até 2010.

A UFRGS adquiriu o SX-Aurora TSUBASA para o seu parque computacional de Alta Performance

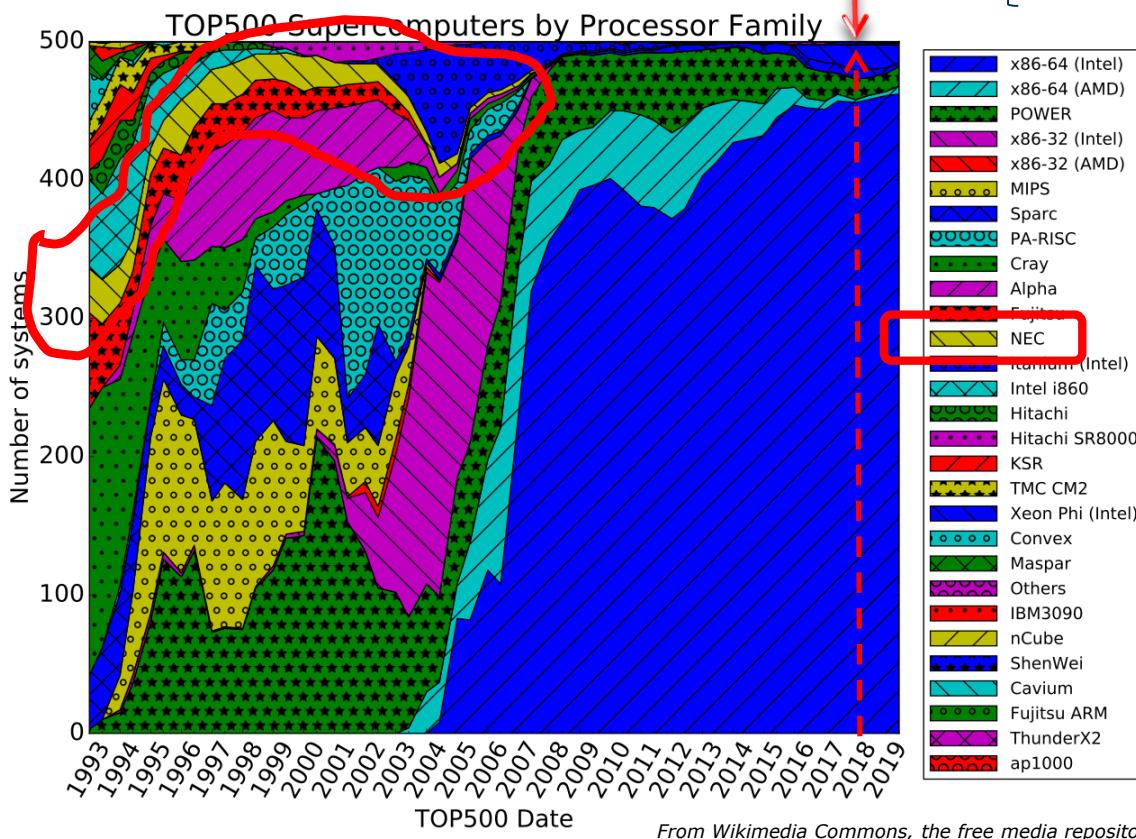
04 Vector Engine (VE) com Performance de Pico de mais de 8 TFLOPS



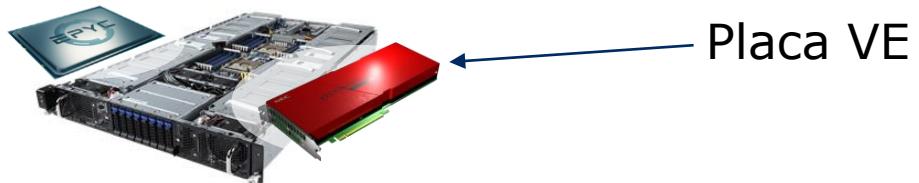
Início da Operação : Janeiro /2020

Os Supercomputadores TOP 500 por família de processador

TOP 500



Esperamos já na proxima edição do TOP 500 as maquinas NEC listadas



SX-Aurora TSUBASA :

- Approx. **5000** placas VE cards
- Servidor 2U de Alta Densidade (8VE /Server)

SX-Aurora TSUBASA :

- Número de Nós : 540 nós
- Numero de Placas VE :**4320** placas
- Performance de Pico : mais que 10 Pflops

DLC : Direct Liquid Cooling

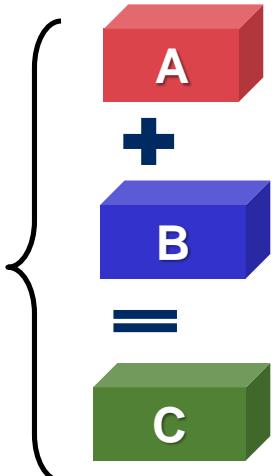
SX-Aurora TSUBASA

Calculo Escalar e Vetorial

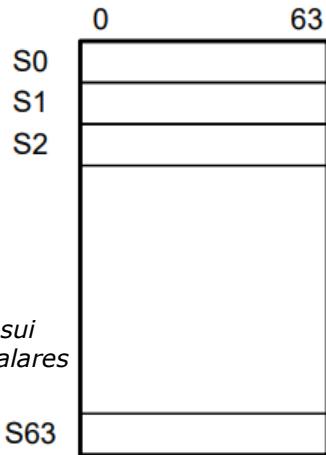
Calculo Vetorial x Escalar

Escalar

- Uma operação por ciclo de clock



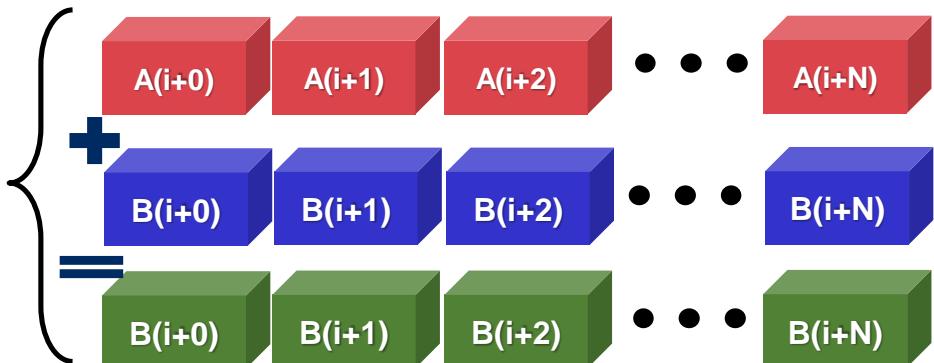
O Aurora possui
registros Escalares
também



Vetor

```
for (i=0;i<=N;i++)  
c[i]=a[i]+b[i];
```

- "N" operações por ciclo de clock



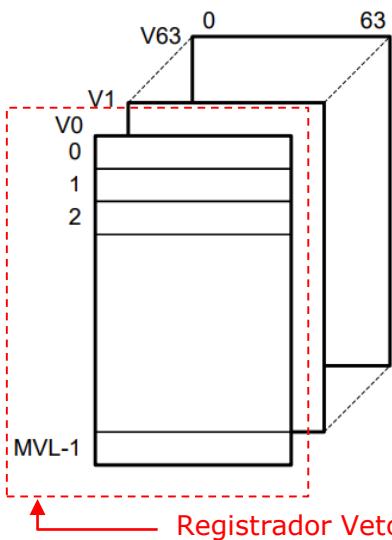
Registradores do Aurora (no Chip NEC)

Registradores Escalares

- O Aurora possui registradores escalares de comprimento 64 bits usados como registros de indices para calculos de endereçamento, e como operando de algumas instruções

Registradores Vetoriais. *MVL: Maximum Vector Length*

- O Aurora possui Registradores Vetoriais (V) constituídos de uma sequencia de registradores de 64 bits denominados ELEMENTO do Registrador Vetorial (V)
- Esses ELEMENTOS do Registrador Vetorial são numerados de 0 a MVL-1
- MVL no SX-Aurora TSUBASA Geração 1 é 256.



Operações

- O Aurora realiza vários tipos de operações aritméticas entre os registradores (Soma, Subtração, Multiplicação, Raiz Quadrada)
- O tamanho dos dados devido à vetorização permite que muitas operações iterativas do modelo matemático possam ocorrer na velocidade de REGISTRADORES INTERNOS do Processador.

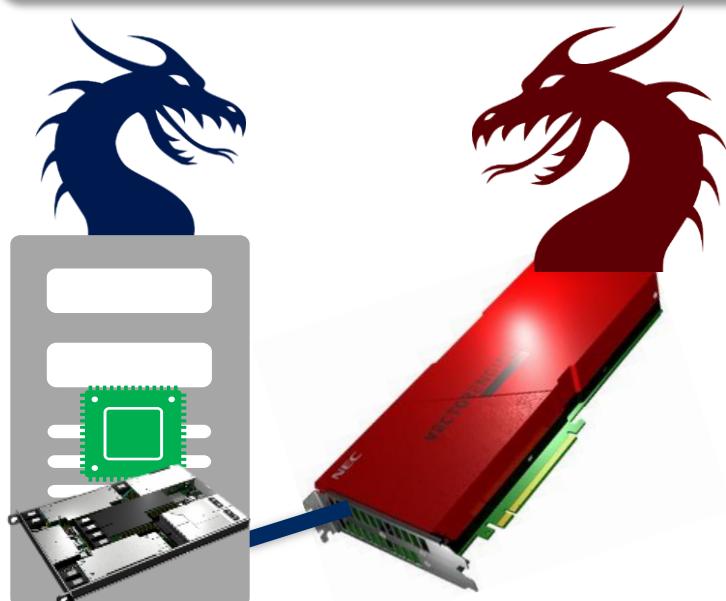
Troca de Dados entre registradores do Processador e Memória

- Um interposer de Silicio liga as memórias externas para proporcionar uma Alta Largura de Banda de Memória (a maior do Mercado)
- Assim, se for necessária a busca de dados fora da CPU ainda é possível contar com um alto desempenho na troca de dados.

**Principais
Características de
H/W e S/W da
Maquina Vetorial da
NEC**

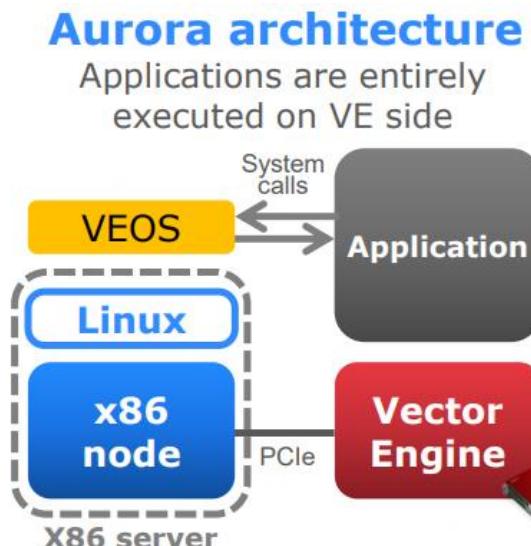
SX-Aurora TSUBASA possui dois processadores

Utilize ambos processadores.
Não desperdice recursos



**Processador x86
(escalar)**

**Processador
Vetorial**



Processos Escalares e Vetoriais no mesmo JOB

- SX-Aurora TSUBASA permite usar o poder computacional tanto do VE como do VH no mesmo JOB



Compile

VE: \$ mpincc a.c ⇒ **ve.out**

VH: \$ mpincc -vh a.c ⇒ **vh.out**

Execute

```
$ mpirun -vh -np 2 vh.out : -np 8 ve.out
```

Programação Padrão C/C++/Fortran (não há necessidade de alterar o programa)

Step1: Coding

```
$ cat test.c
#include <stdio.h>
int main() {
    double a[1000], b[1000], c[1000];
    int i;
    for(i=0; i<1000; ++i){
        a[i] = b[i] + c[i];
    }
    printf("Hello, Aurora!\n");
    return 0;
}
```

- ✓ Standard C/C++/Fortran language
- ✓ Standard library functions
 - printf(), fread()
 - malloc(), mmap()
 - socket(), etc
- ✓ Transparent access to x86 file system

Step2: Compilation

```
$ ncc test.c
ncc: vec( 101): test_v.c, line 5: Vectorized loop.
```

- ✓ NEC compiler automatically vectorize loops in a program

Step3: Execution

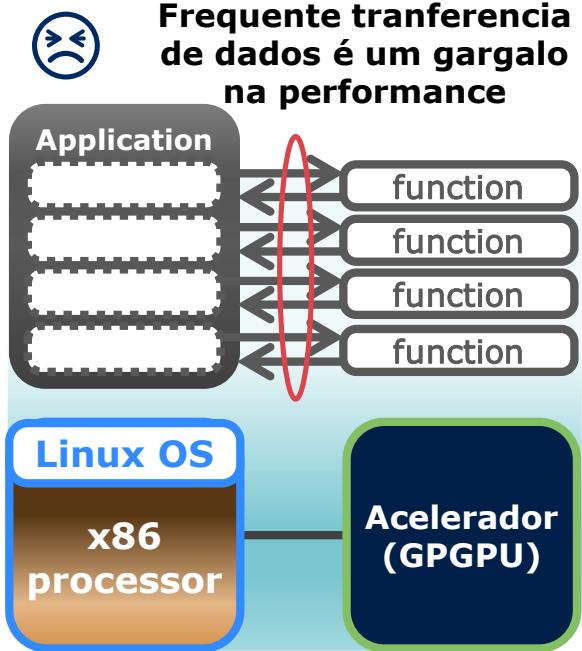
```
$ ./a.out
Hello, Aurora!
```

- ✓ The program is loaded into Vector Engine and executed transparently

. Caso desejada, a opção de Otimização do Código (Assisted Tuning) é facilitada pela utilização de Ferramentas de Interface Amigável (FTRACE & PROGINF)

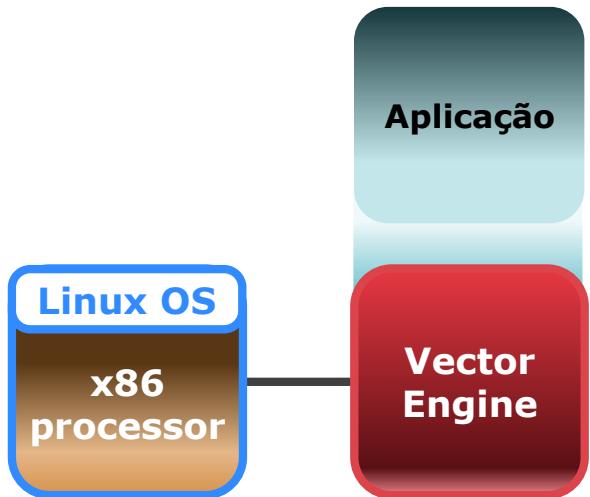
Modelo Básico de Execução

Acelerador (GPGPU)



SX-Aurora TSUBASA

All applications run on the Vector Engine (VE). There is no bottleneck due to data transfer



Eventual "Assisted Tuning" é feito diretamente no código fonte com auxílio de "Debugging Tools" que acompanham o SDK fornecido com a máquina

Cálculo da Performance da CPU

Peak performance

- Em cálculo de operações de ponto flutuante (FLOPS: Floating Point Operation per Second) é uma medida de performance do computador e é útil para medir o desempenho de computadores.
- **FLOPS = Qtde de CPUs * Núcleos / CPU * FLOPS por ciclo (: 1/s = Hz)**

Alguns Cálculos

- Exemplo: 01 (UMA) Intel Xeon Skylake Gold utilizando AVX512:
- **FLOPS = Núcleos x GHz x 32**
 - Ok, e de onde veio o "32"
 - AVX usa registros de 512 bits , que comparado com o "normal" de 64 bits possui $(512 / 64) = 8x$ mais
 - Possui dois FMA (Fused Multiply Add) : 2 x mais
 - Cada FMA faz multiplicação e soma juntas ($A = A * C + D$) então "duas FLOPS" POR CICLO = 2 X
 - Resultado = **$8 * 2 * 2 = 32$**

Exemplo

- Intel Xeon® Gold 6126 (2,6GHz 12 núcleos)
- **FLOPS(6126) 12núcleos * 2,6GHz * 32=998,4GFLOPS**

Cálculo da Performance da CPU

■ AMD EPYC 7451(2.3GHz/24 núcleos) **AVX2** (256 bits)

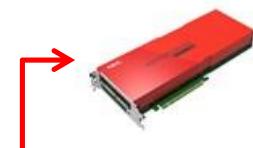
- 24 núcleos x 2,3GHz x **16** = 883,2 GFLOPS

■ SX-Aurora TSUBASA proprietário da NEC, é diferente de todos os outros processadores:

- Exemplo : VE Tipo 10A
 - Frequencia é **1.6GHz**, máxima atualmente
 - **32** elementos são calculados em um único ciclo
 - Possui **3** (três) FMA
 - FMA (Fused Multiply-Add) ⇒ **2 operações**
 - Núcleos ⇒ **8** núcleos (neste modelo)
- A frequencia é baixa (menor consumo comparativamente) mas os cálculos são feitos de forma bem rápida
- Isso chama-se Tecnologia vetorial.

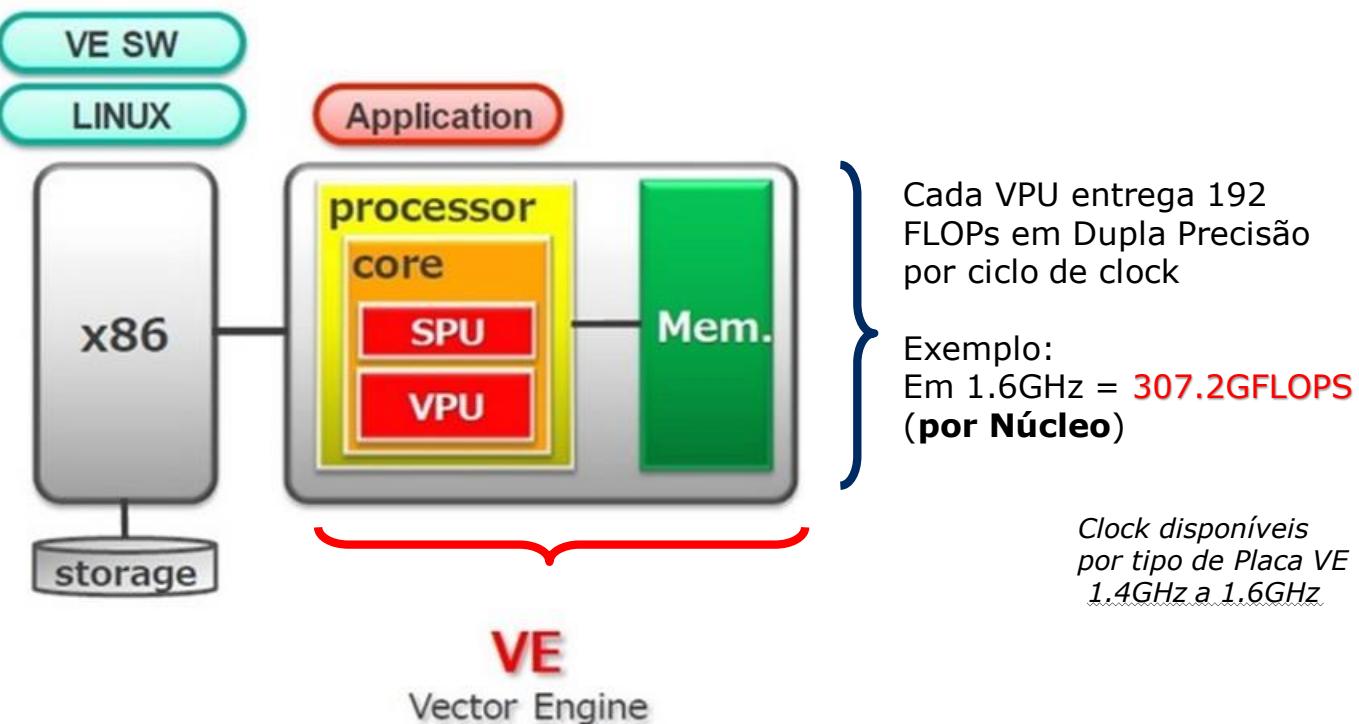
■ A Performance de pico para o VE modelo 10A é:

- $1.6\text{GHz} \times \underbrace{32 \times 3 \times 2}_{192 \text{ FLOPS}} \times 8 \text{ núcleos} = \mathbf{2457,6 \text{ GFLOPS}=2,45 \text{ TFLOPS}}$



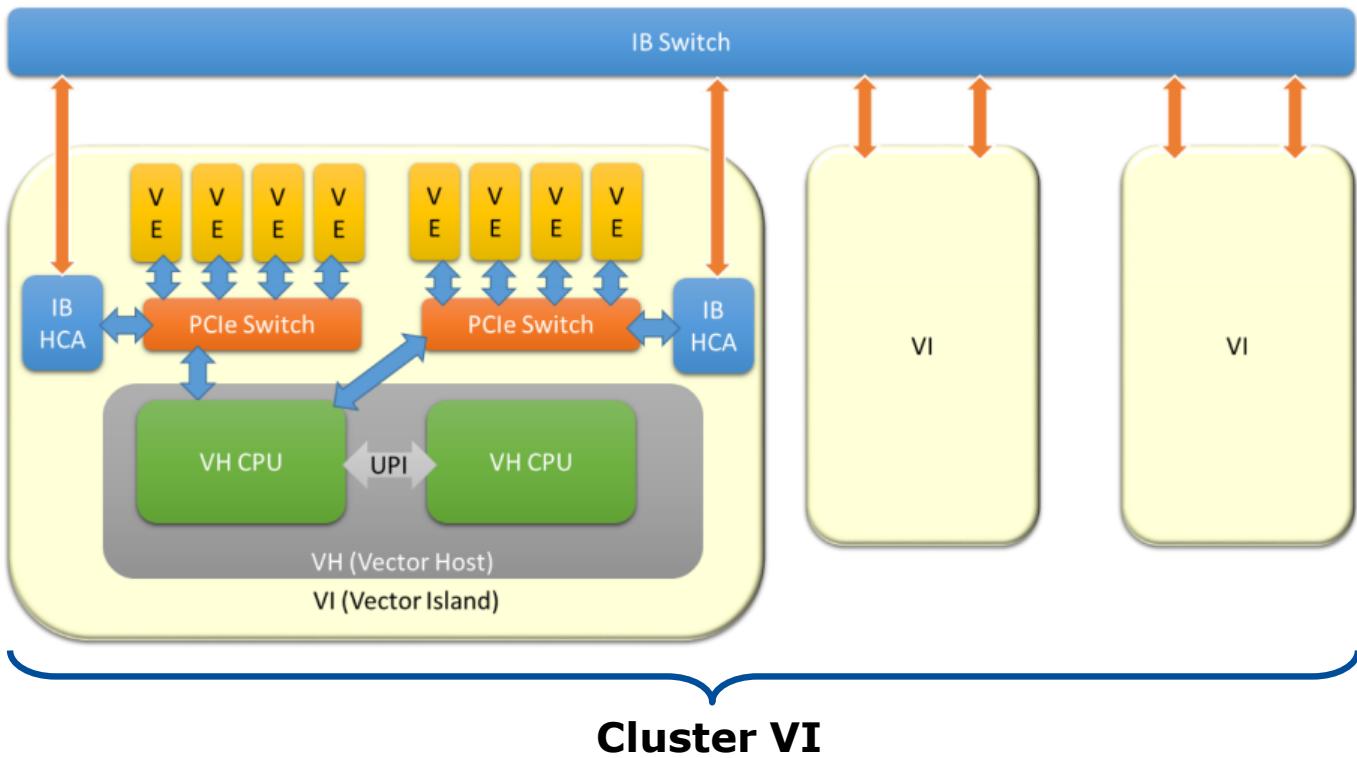
SX-Aurora TSUBASA : Arquitetura

Componentes Básicos da Arquitetura Interna



Sistemas de Clusters (VI : Vector Island)

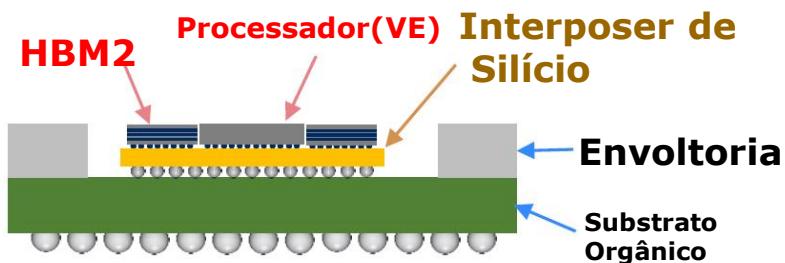
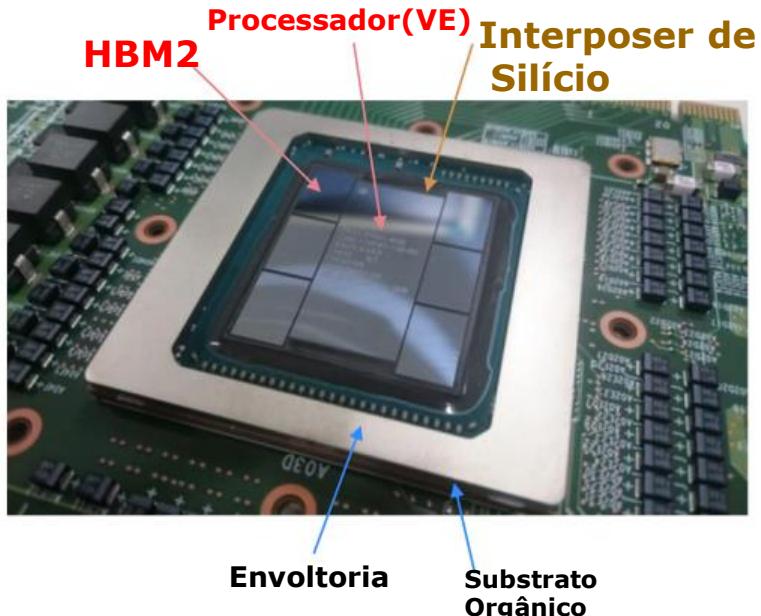
Qualquer configuração de VI suporta interfaces IB (Infiniband) pois possuem placas IB HCA



Módulo Processador Proprietário NEC

Modulo Processador

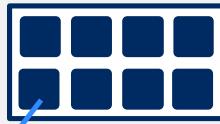
- Conjunto sem cobertura para melhorar o aspecto termico
- O conjunto é constituído de seis módulos de memória de 4 GB ou 8GB cada e mais o Processador



Desempenho do Núcleo do Aurora TSUBASA

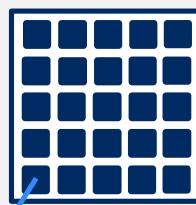
SX-Aurora TSUBASA possui um núcleo com alta performance e assim pode usar menos paralelização

SX-Aurora TSUBASA



307 GFLOPS

Intel Xeon



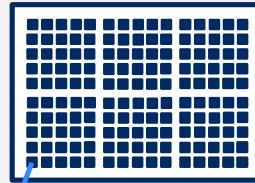
Cerca de 100GFLOPS

K computer



16GFLOPS

GPU



Cerca de 3GFLOPS

SX-Aurora TSUBASA possui um núcleo muito rápido

Para obter a mesma performance podemos utilizar MENOS NÚCLEOS. Mais fácil e economiza energia elétrica

Economiza Energia Elétrica

Somos os melhores considerando núcleo isolado

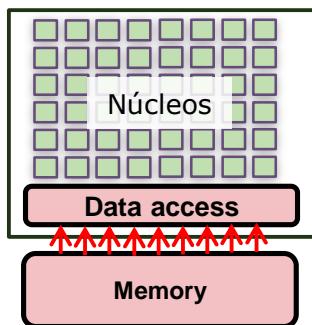


Uma comparação entre GPGPU e o NEC Vector Engine

- Muitos núcleos menores ou número PEQUENO de núcleos poderosos ????
- Deve-se levar em conta o compromisso conjunto entre a performance de pico de cálculo e a performance quando se busca e retorna os dados na memória(*).
- Ambiente de Desenvolvimento de Software : CUDA vs C/C++/Fortran (*)

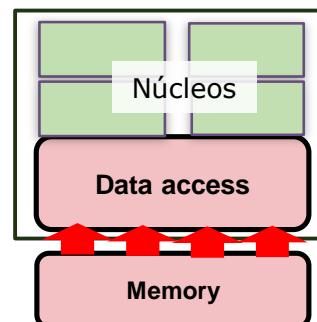
GPGPU

- Vários Núcleos pequenos
- Maior quantidade de Circuitos de Calculo
- Linguagem Específica(CUDA)



Vector Engine

- Pequeno Número de Nucleos poderosos
- Balanceamento entre circuitos de cálculo e Circuito de acesso a Dados
- Linguagem Genérica: (C/C++/Fortran)



(*) Alta Largura de Banda de Memória

Interessante comentário de Seymour Cray :



“ Se você estivesse arando um campo, o que você preferiria usar ?

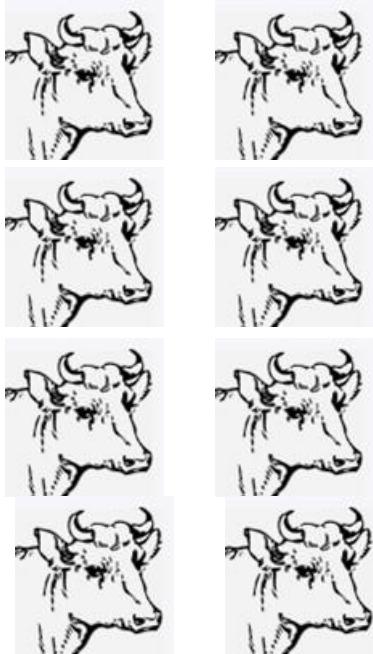
Dois fortes bois ou 1024 galinhas ?”
- Seymour Cray -



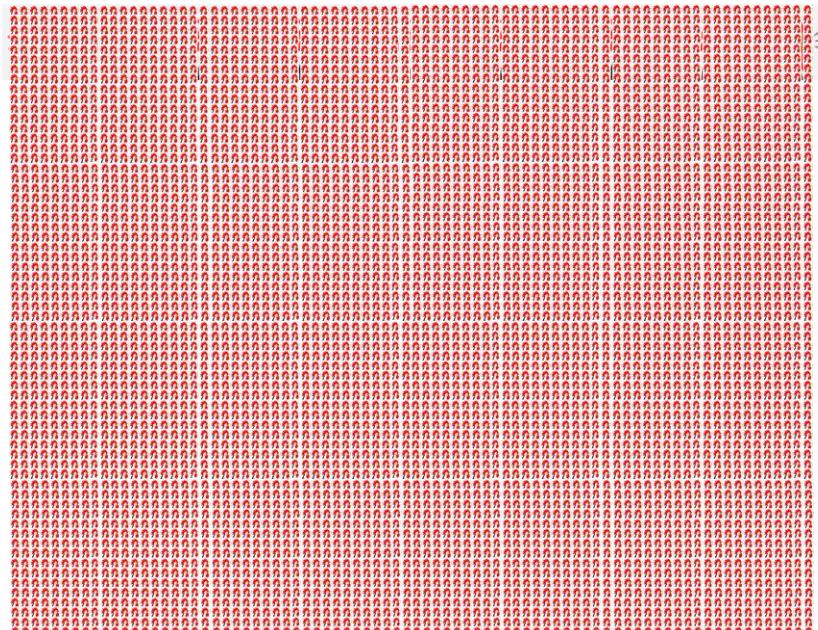
Seymour Roger Cray foi um engenheiro eletrônico e arquiteto de supercomputadores que projetou diversos computadores que foram os mais rápidos do mundo durante décadas, e fundou a Cray, que construiu a maioria desses computadores.

Na realidade o que acontece é isso ...

VE : 8 núcleos



GP GPU: 5120 núcleos



Controlar 8 bois é mais fácil que 5.210 galinhas

Vector Engine do SX-Aurora TSUBASA



Refrigerado a Ar

VE refrigerado a Ar para configuração Servidor/Torre (*)

- VE1.0 Type 10C (2.15TF, 0.75TB/s, 24GB): Ativo/Passivo
- VE1.0 Type 10B (2.15TF, 1.20TB/s, 48GB): Passive



VE, Placa Refrigerada a Ar

Refrigerado a ar Passivo

VE1.0 Tipo 10B/10C
Para Servidor



Refrigerado a ar Ativo

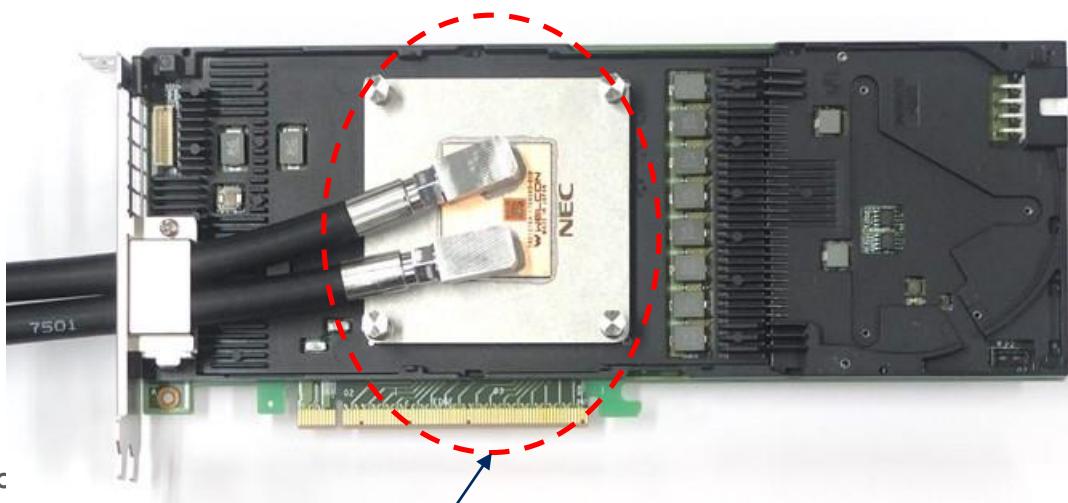
VE1.0 Tipo 10C
Para Configuração Torre / Estação de Trabalho

(*) As figuras mostradas são apenas exemplos. Existem VÁRIOS tipos de placas Vector Engines com diferentes configurações de quantidade de núcleos, Memória e Clock

DLC: Direct Liquid Cooling

VE refrigerado a água para Supercomputador

- VE1.0 Type 10A (2.45TF, 1.2TB/s, 48GB)
- VE1.0 Type 10B (2.15TF, 1.2TB/s, 48GB)



~40°C
Água

**Refrigeração Direto
no Módulo**

Direct Liquid Cooling Type
VE1.0 Type 10A/10B
Para Supercomputador

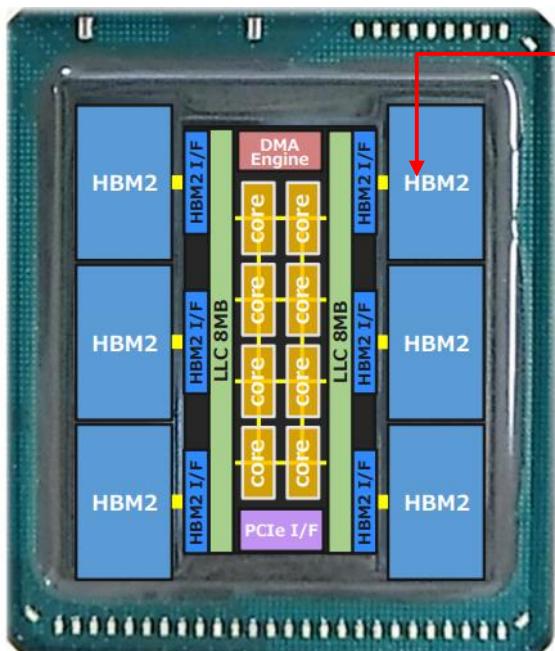
(*) A figura mostradas é apenas um exemplo. Existem VÁRIOS tipos de placas Vector Engines com diferentes configurações de quantidade de núcleos, Memória e Clock

Sujeito a alterações sem prévio aviso

A Capacidade de processamento no Silicio está evoluindo

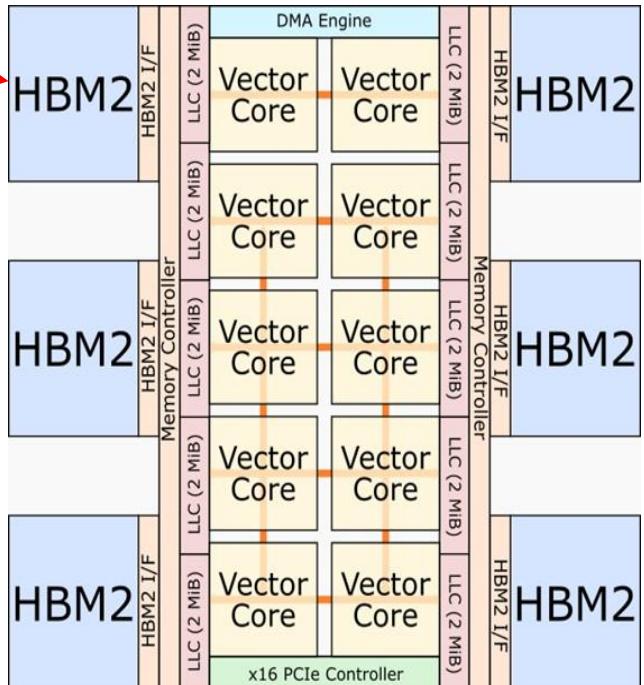
Aurora 1 >> Aurora 2

- Detalhes da Placa VE



AURORA 1 (VE com 8 Núcleos)

8GB (cada HBM)

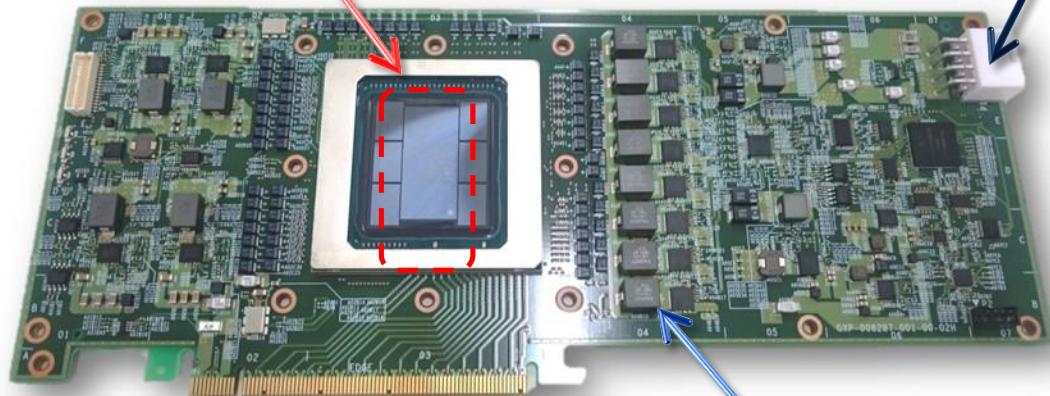


AURORA 2 (Opção de VE com 10 Núcleos)

Implementação da Placa Vetorial (VE: Vector Engine)

Módulo Processador Vetorial

Entrada de Alimentação Auxiliar



Regulador de Tensão

- Implementado em placa PCIe padrão
- Conector: PCIe 3a. Geração x16 (Dezesseis pistas, ou "lanes")
- Dupla Altura (mesmo fator de forma do Nvidia GPU)
- <300W

Sujeito a alterações sem prévio aviso

VE10 / 10E / 20 - Códigos Referencia

Tipo de Placas VE

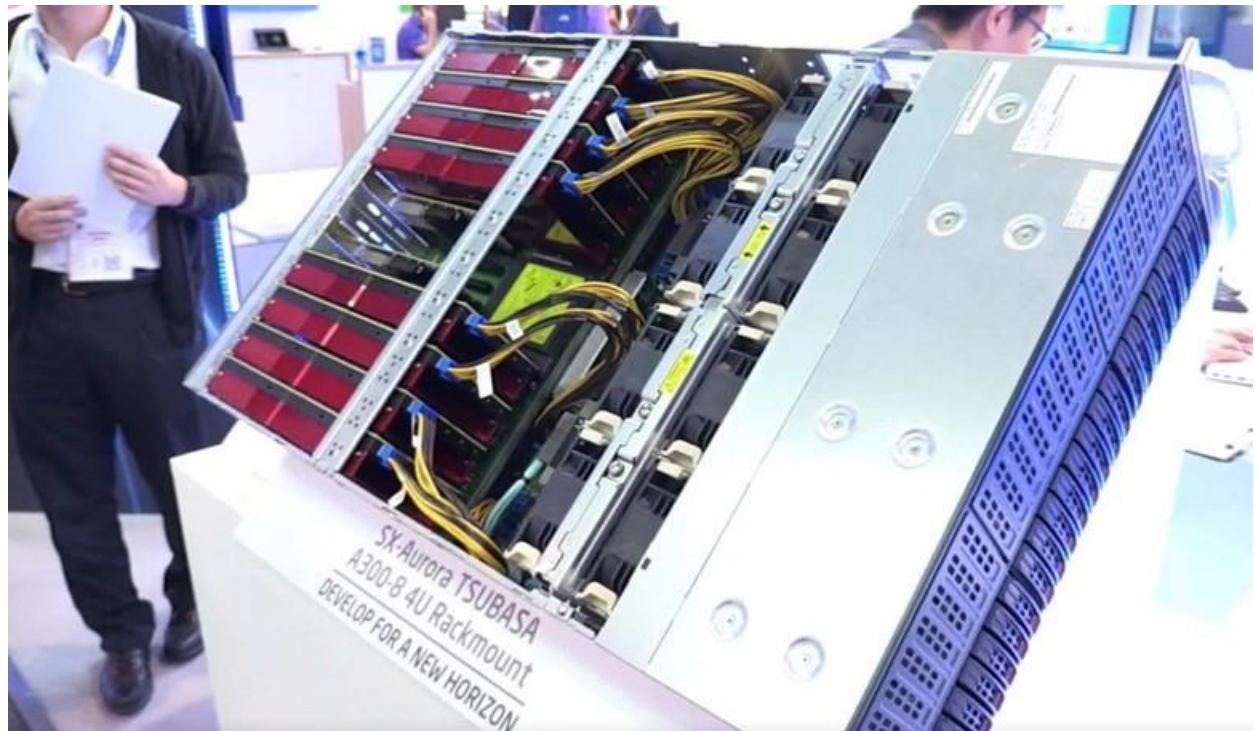
48GB	1.53TB/s		20B	20A
	1.35TB/S	10BE*	10AE*	<small>*10AE é 1.58GHz *10BE é 1.41GHz</small>
	1.22TB/S	10B	10A	
24GB	0.75TB/S	10C	2.15 TF	2.45 TF
			1.4 GHz	1.6 GHz
		8 Núcleos	10 Núcleos	

Sujeito a alterações sem prévio aviso

As implementações da Máquina Vetorial da NEC

SX-Aurora TSUBASA

SX-Aurora TSUBASA A300-8 Montado em NÓ de 4U



Resumo dos Modelos Disponíveis

Placas Vetoriais (VE s) – Especificação por Modelo

Referencia	# de Núcleos	Performance de Pico	Larg Banda MEM	Capacidade de Memoria
Tipo 10 AE	8 Núcleos	2,43 T FLOPS	1,35 TB/s	48GB
Tipo 10 BE		2,16 T FLOPS		
Tipo 10 CE		2,15 T FLOPS		24 GB
Tipo 20 B	8 Núcleos	2,4 TFLOPS	1.5 TB/s	48GB
Tipo 20 A	10 Núcleos	3,0 TFLOPS	1.5 TB/s	48GB

Modelos Disponíveis	Modelo Torre	Modelos para Instalação em Rack			Modelo p/ Data Center
		A101-1/A111-1	A311-4	A412-8/B401-8	
Figura					
# de VE	1	~2/~4	~8	~8	~64
Fator de Forma	Torre	Serv Rack 1U	Serv Rack 2U	Serv Rack 4U	Rack Dedicado

Sujeito a alterações sem prévio aviso

Resumo: Configurações de Nós / VE Disponíveis



DLC: Direct Liquid Cooling

Servidor de Rack = 1 Nó Computacional

VE: Vector Engine

Sujeito a alterações sem prévio aviso

Resumo: Nós de 08 VE Disponíveis



DLC: Direct Liquid Cooling

Servidor de Rack = 1 Nô Computacional

VE: Vector Engine

Sujeito a alterações sem prévio aviso

Resumo: Exemplos de Nós Disponíveis

SX-Aurora TSUBASA Specifications

Models	B401-8	B300-8
Model name	B401-8	B300-8
# of Vector Hosts (VHs)	1	1
Form factor	2U rack mount	4U rack mount
Vector Engine (VE)		
# of VEs	8	8
VE type	Type 20A/Type 20B	Type 20B
Vector Host (VH)		
CPU/VH	1	2
CPU	AMD EPYC™ Processors	Intel® Xeon® Scalable Processors
Memory configuration	DDR4 DIMM x 8 / CPU	DDR4 DIMM x 6 / CPU
Max. memory capacity /VH	512GB	192GB
Max. disk capacity /VH	SATA SSD 1.92TB	SATA SSD 1.92TB + NVMe SSD 3.2TB
OS	Red Hat Enterprise Linux 8.1 - 8.x / CentOS 8.1 - 8.x	
Interconnect		
InfiniBand	HDR	HDR100
# of HCA	2	2
Bandwidth /HCA	200Gbps	100Gbps
Power and cooling		
Rated power	4.0kW	4.0kW ^{**}
Cooling	Water+Air	Air
Software		
Bundled software	VE controlling software, VE driver	
Software development kit	NEC Software Development Kit for Vector Engine, NEC MPI, NEC MPI/Scalar-Vector Hybrid	

*1 Rated power/Current Rating = 4kW / 180 - 240V ≈ 20 - 19.6A

Vector Engine(VE) Specifications

	Type 20A	Type 20B
Core Specifications		
Clock speed (GHz)	1.6	1.6
Peak performance (GFLOPS)	DP SP	307.2 614.4
Processor Specifications		
# of cores / processor	10	8
Peak performance (TFLOPS)	DP SP	3.0 6.1
Memory bandwidth (TB/s)	1.5	1.5
Cache capacity (MB)	16	16
Memory capacity (GB)	48	48



Sujeito a alterações sem prévio aviso

Série A500 _ Modelo para Datacenter

NÓ c/ oito VEs



SUPERCOMPUTADOR Datacenter

VE	
Performance (SKU-A)	2.4 TF
Max Largura de Banda	1.2TB/s
Rack	
# de VE s (até)	32/48/64/128
Performance (até)	307 TFlops
Max Larg de Banda	153.6TB/s
Tamanho	H:42U, W: 19in.
Consumo	< 30KW
Refrigeração	Líquido (Quente/Frio)

DLC: Direct Liquid Cooling

$$2,4 \text{ TF/Board} \times 8 \text{ boards} \times 16 \text{ SRV} = 307 \text{ TFLOPS}$$

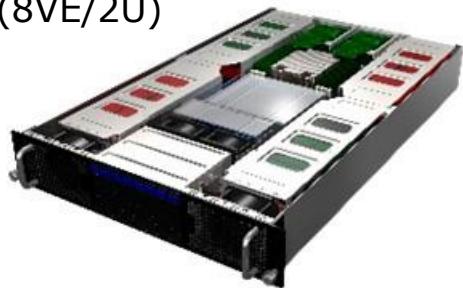
Sujeito a alterações sem prévio aviso

Mid 2021 : Datacenter Aurora 2 : 18 Nós / Rack

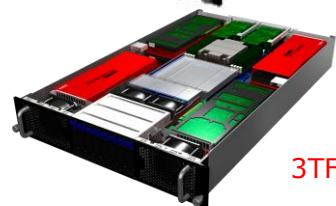
TCO : Menor Espaço de Instalação e Menor Custo de Resfriamento

DLC e Ar

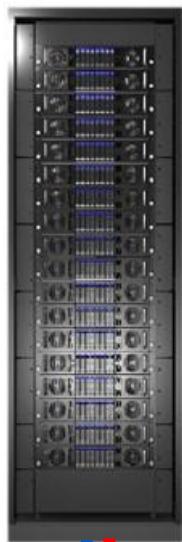
Nó Computacional de Alta Densidade
(8VE/2U)



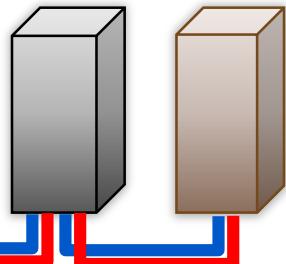
Integração de
x18 Servidores
Rack (Nós)



3TF/ board x 8 boards * 18 srv



Chiller Torre de Resfriamento



144VE/rack DLC
(Até 432 TFLOPS/rack)

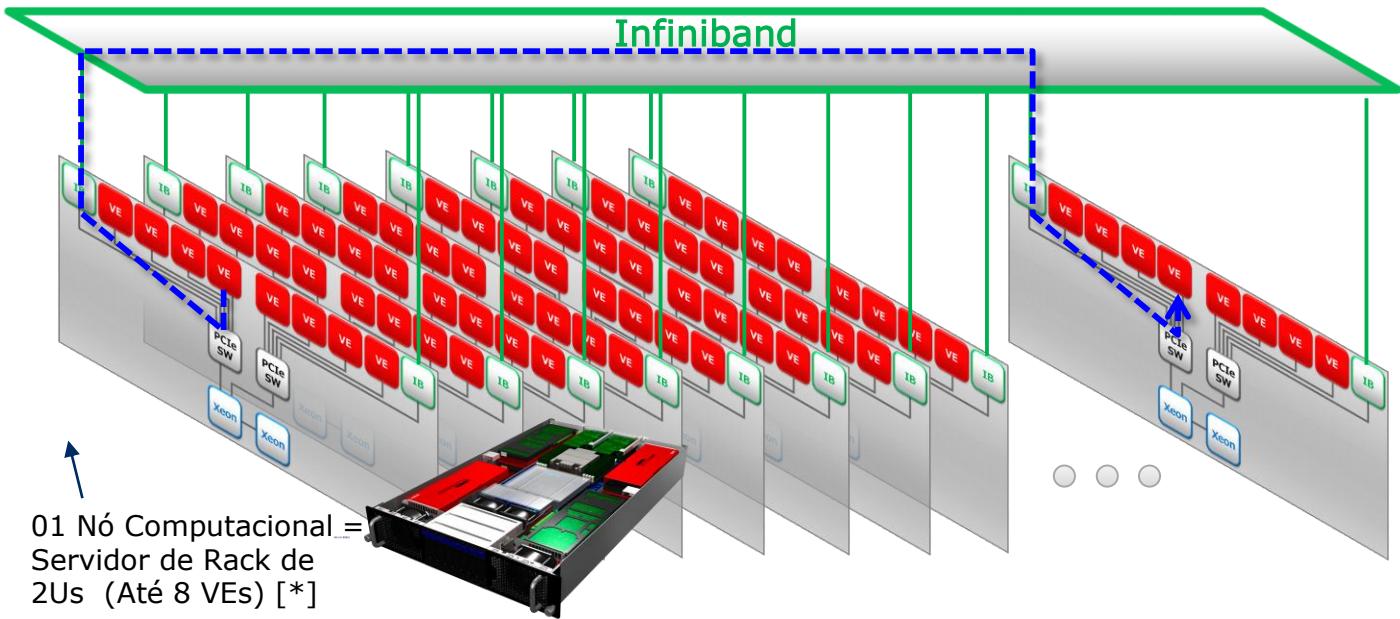
DLC: Digital Liquid Cooling

Sujeito a alterações sem prévio aviso

SX-Aurora TSUBASA : Configuração em Grande Escala

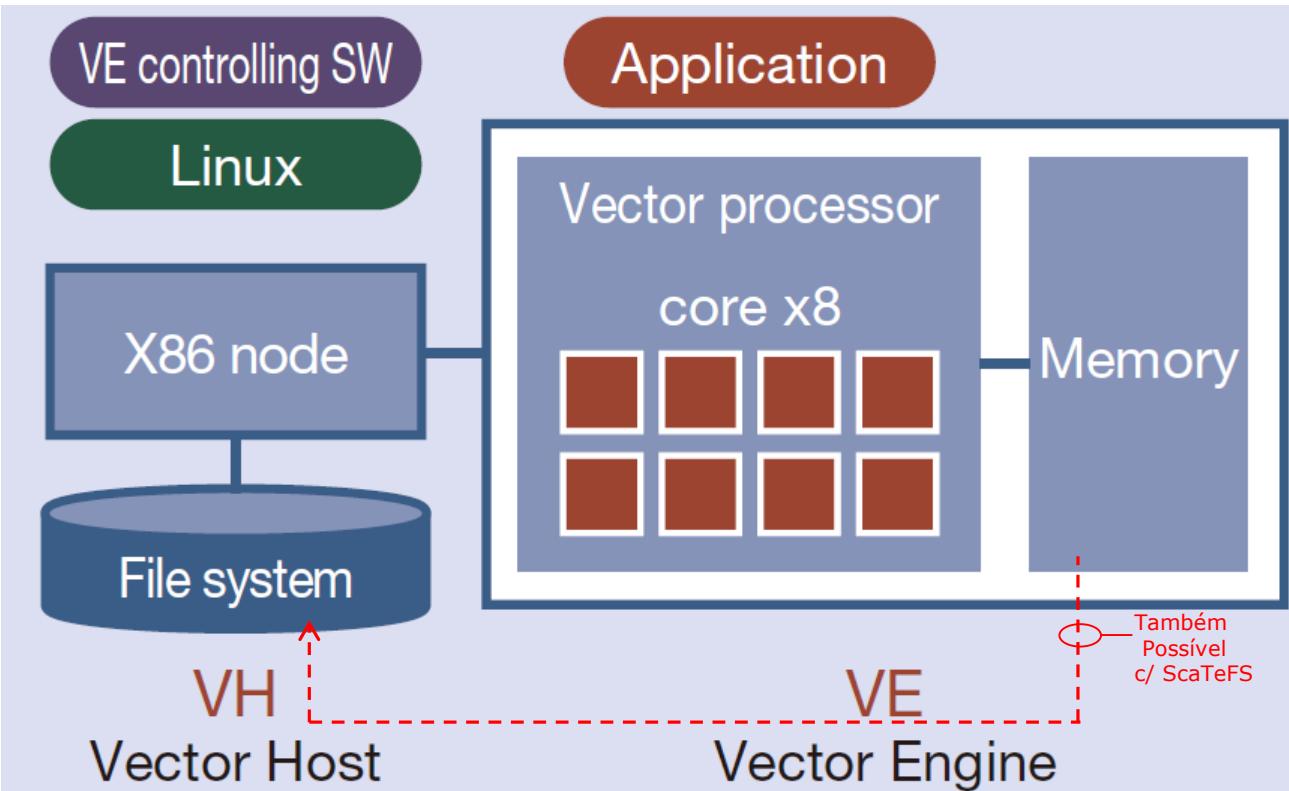
Exemplo:

Sistema em Larga Escala (Supercomputador) utilizando Servidores com os Vector Engines (8 VE / Nô de 2U)



Operações MPI diretamente executadas entre os VEs sem ocupar a memoria do x86

Arquitetura do SX-Aurora TSUBASA



NEC ScaTeFS : Scalable Technology File System , Sistema de Arquivos Paralelo e distribuído, projetado para grandes sistemas de HPC que requerem performance superior.

<https://www.nec.com/en/global/solutions/hpc/storage/scatefs.html?>

RESUMO: Novo Supercomputador Vetorial da NEC



↑
8x A311-8



↑



SX-Aurora TSUBASA

TSUBASA: significa "asa" em Japonês

Largura de Banda de Memória

Processador, de 1.5TB/s, 150GB/s por núcleo (2019)



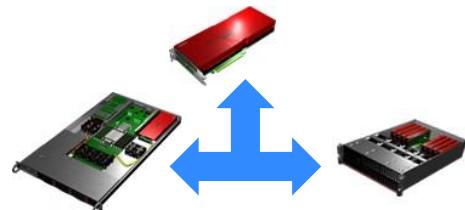
Fácil de usar

Programação em Fortran/C/C++, vetorização / paralelização automática (NEC MPI ou OpenMP)

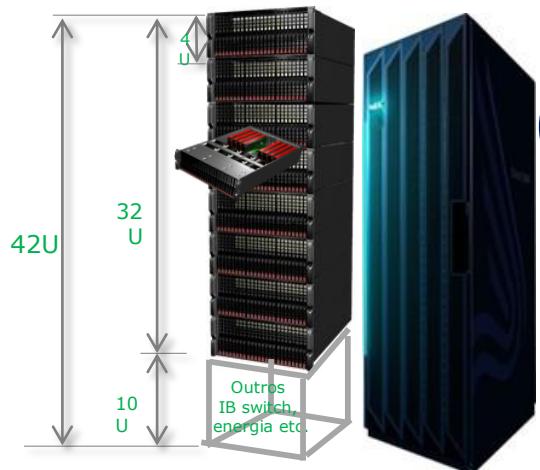


x86/Linux

Alta performance efetiva em ambiente x86/Linux



Novo Supercomputador Vetorial da NEC



Excelente Relação Footprint(m²) / Desempenho



8 Placas Vetoriais (VE) p/ Nô de 2U (2020)

Excelente Relação Consumo (W) / Desempenho



8 Placas Vetoriais (VE) p/ Nô de 2U (2020)



**Host x86
LINUX**

**Consumo de
Energia**

**Espaço no Data
Center**

Hardware

- . 08 Núcleos 307GF / núcleo
- . MEM B/W : 150 GB/s por núcleo

TCO

**Compilação
Automática**

SX-Aurora TSUBASA

**SOFTWARE QUE
ACOMPANHAM A
MÁQUINA**



BIBLIOTECA DE SOFTWARES

VEOS

- VEOS Application Runtime / Application Development

NEC Software Development Kit (SDK) for Vector Engine

- C/C++ compiler
- Fortran compiler
- binutils (Binary Utilities)
- NEC Numeric Library Collection (ASL, BLAS, LAPACK, ScaLAPACK)

Tuning tool

- PROGINF/FTRACE

NEC Ftrace Viewer

- NEC Parallel Debugger

NEC MPI

Pilha de Software Big Data & AI e algumas aplicações

Uso Prático

- . E-Commerce
- . Vendas de Seguros

- . Previsão de Vendas
- . Previsão de Movimento em Lojas

- . Monitoração de Instalações
- . Deteção de Spam(eMail)

Application

Recomendação

Previsão de Demanda

Deteção de Anomalia

Kernel

SVD, ALS, K Means, etc

Linear Regression,
Ridge Regression

Random Forest,
Naive Bayes

Library&
Middleware

Frovedis ("Spark" API compatible)

Language

Scala, C++, Python

H W

SX-Aurora TSUBASA

Frovedis: <https://github.com/frovedis/frovedis>

Machine Learning

Linear Regression

Ridge Regression

Lasso Regression

Logistic Regression

Linear S V M

S V D

K-Means

Collaborative Filtering (ALS)

Word2vec

E V D

Factorization Machines

Decision Tree

Logistic Regression
(Multiple Class)

Naive Bayse

ART2

LDA

Association Rule mining

Isotonic Regression

Gaussian Mixture

Random Forrest

GBDT

Preprocess

Data Frame

Graph

Page Rank

Triangle Counting

Connected Components

Power Iteration Clustering

Supported

Planned

Sx-Aurora-TSUBASA - Bibliotecas

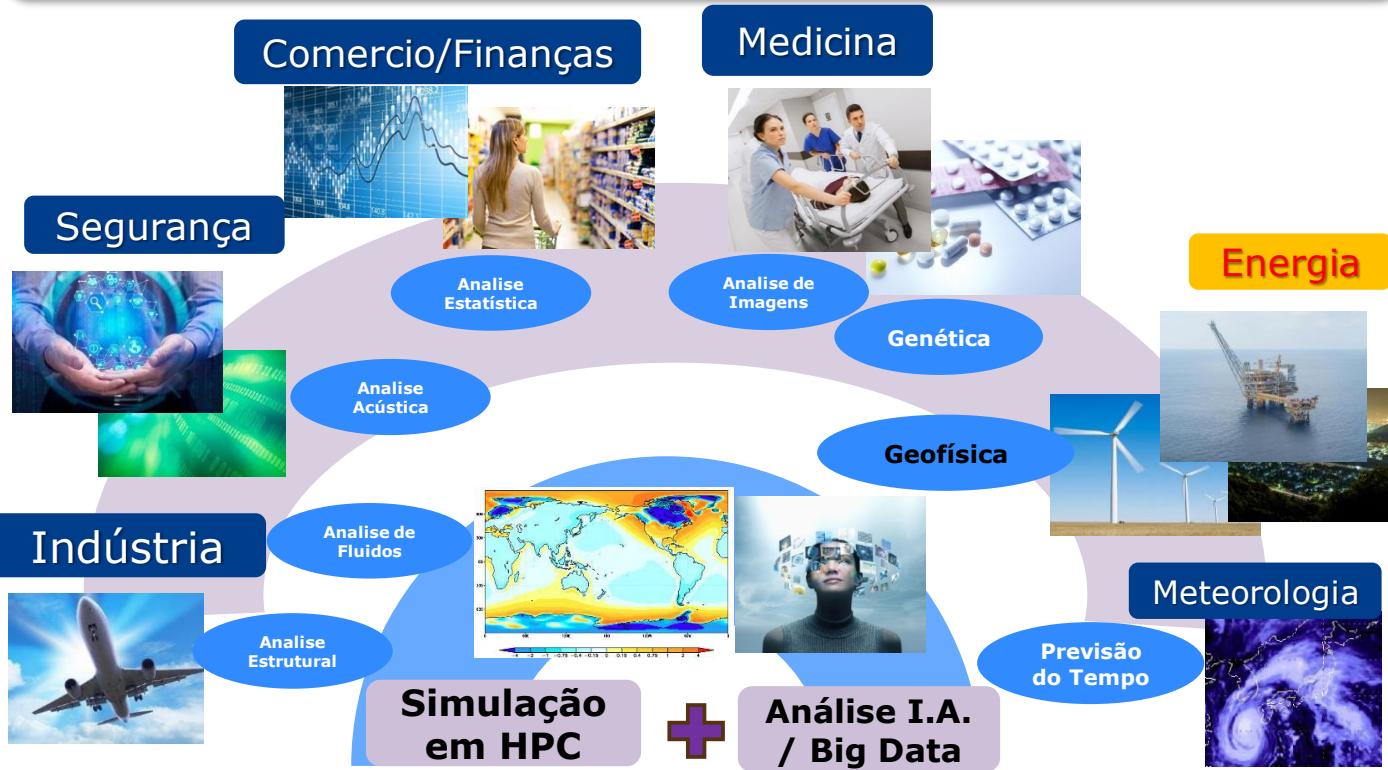
NLC: Numeric Library Colection

		NLC	MKL	CUDA
Linear Algebra	Dense Matrix basic operations, simultaneous equations, eigen-problems, etc.	✓	✓	✓
	Sparse Matrix basic operations, simultaneous equations, eigen-problems, etc.	✓	✓	✓
Function Transform	Fourier	✓	✓	✓
	Real-to-Real (DCT, etc.)	✓	✓	
Statistics	Laplace, Wavelet, etc.	✓		
	Random Number Gen.	✓	✓ w/o MPI	✓ w/o MPI
Others	Multivariate, Regression, etc.	✓		
	Sorting	✓		
	Special Functions	✓		
	Integrals, Derivatives, etc.	✓		
Stencil Code		✓		

As implementações da Máquina Vetorial da NEC

Aplicações para o SX-Aurora TSUBASA

- A Tecnologia de vetor da NEC pode aprimorar Valores Sociais
- É uma ferramenta chave para acelerar HPC+AI & Big Data



SX-Aurora TSUBASA

Comparação de Desempenho

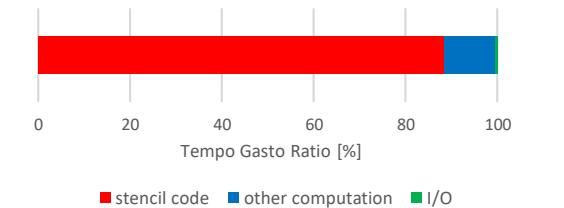


Reverse Time Migration (RTM)

- É um metodo usual de obtenção de Imagem Sísmica.
- A parte que mais consome é o “**stencil code**”.
- No caso de um RTM em 3D consome cerca de 90% to tempo total de execução mesmo quando usando 40 threads (20 núcleos x 2)



[3D RTM seismic imaging example]

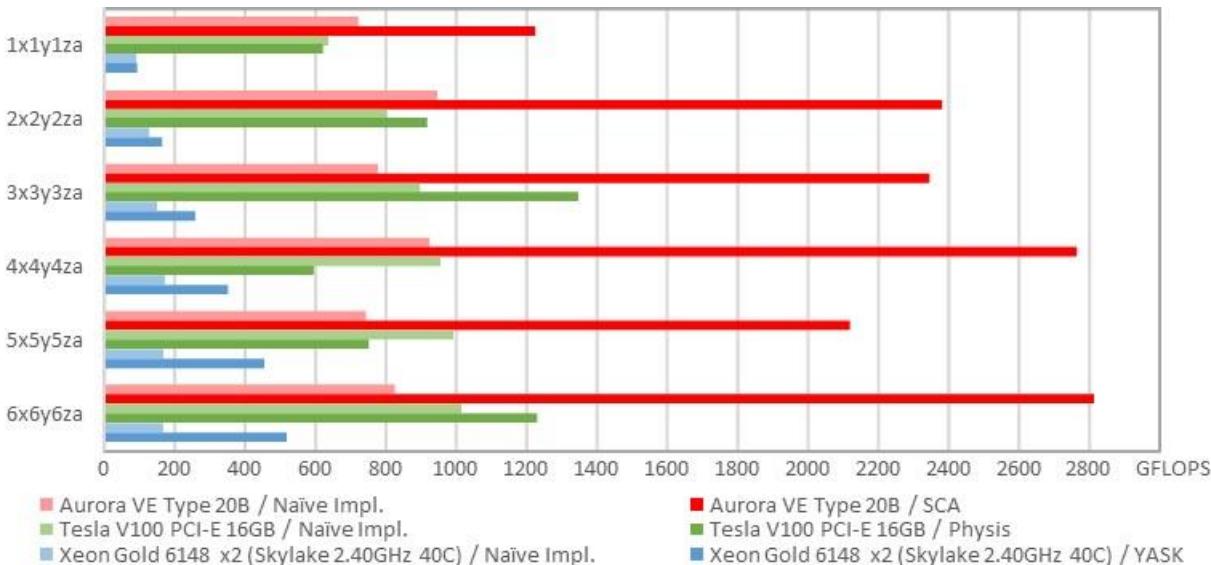


3D RTM on Xeon Gold 6148 x2 (Skylake 2.40GHz 40C)

Um stencil consiste de elementos stencil. Cada elemento stencil possui uma posição relative em relação ao centro do stencil, um coeficiente e uma referencia para um vetor de entrada. É representado por uma expressão matemática.

$$\text{Stencil}(i_x, i_y, i_z, i_w) = \sum_k c^{(k)} d^{(k)} [i_x + l_x^{(k)}, i_y + l_y^{(k)}, i_z + l_z^{(k)}, i_w + l_w^{(k)}]$$

O uso de Biblioteca Stencil no VE apresenta a melhor performance



- Data size (computing domain): 1024x1024x512
- GPU memory transfer time is excluded in case of V100

SCA (Stencil Code Accelerator) disponibiliza 56 formatos de stencil amplamente utilizados

Formato Stencil

- {X,Y,Z}-Directional



- {XY,XZ,YZ}-Planer



- {XY,XZ,YZ}-Axial



- {XY,XZ,YZ}-Diagonal



- XYZ-Volumetric



- XYZ-Axial



Tamanho Stencil

- 1



- 2



- 3



- 4



https://www.hpc.nec/documents/sdk/SDK_NLC/UsersGuide/sca/c/en/index.html

SX-Aurora TSUBASA

Comparação de Desempenho

. NAG RTM

NEC VE versus XEON CPU w/ AVX

Report from nag (RTM performance compared to Intel Gold 6148)

NAG – Numerical Algorithms Group

RTM Application

- Experimented with 2nd, 4th, and 8th order stencil with leapfrog time integration

The multidimensional wave equation for anisotropic media can be expressed as:

$$(A_0 \partial_t - A_1 \nabla^2) u = \frac{1}{\rho} f_1$$

where

$$A_1 \nabla^2 = \frac{1}{\rho} \partial_t (C_{ijkl} \partial_l)$$

In the anisotropic difference operator, ρ is the density, A_0 is the wave speed, and f_1 is the incident data.

nag High Performance Computing | Consulting | Numerical Algorithms | Software Engineering Services | www.nag.com

Results vs CPU for Stencil Length=2			
3D Problem Size	NEC (average seconds)	Intel (average seconds)	Speedup
64x64x64	0.0006324	0.0028294	4.5x
128x128x128	0.0040223	0.0336591	8.4x
256x256x256	0.0238531	0.392539	16x

nag High Performance Computing | Consulting | Numerical Algorithms | Software Engineering Services | www.nag.com

Results vs CPU for Stencil Length=4			
3D Problem Size	NEC (average seconds)	Intel (average seconds)	Speedup
64x64x64	0.0011421	0.00328777	2.9x
128x128x128	0.0071273	0.0363237	5.1x
256x256x256	0.0385165	0.373494	9.7x

nag High Performance Computing | Consulting | Numerical Algorithms | Software Engineering Services | www.nag.com

Results vs CPU for Stencil Length=8			
3D Problem Size	NEC (average seconds)	Intel (average seconds)	Speedup
64x64x64	0.0015196	0.00537826	3.5x
128x128x128	0.0090046	0.0605317	6.7x
256x256x256	0.0543533	0.465964	8.6x

nag High Performance Computing | Consulting | Numerical Algorithms | Software Engineering Services | www.nag.com

Notas:

- . SCA(Stencil Code Accelerator) não foi utilizado (NEC).
- . Numeros obtidos com Aurora 1 (NEC).
- . Intel AVX ativada (CPU)

**PROXIMO SLIDE
MAIS LEGIVEL**

CPU Results for Stencil Length=2

3D Problem Size	NEC (average seconds)	Intel (average seconds)	Speedup
64x64x64	0.0006324	0.0028294	4.5x
128x128x128	0.0040223	0.0336591	8.4x
256x256x256	0.0238531	0.392539	16x

CPU Results for Stencil Length=4

3D Problem Size5	NEC (average seconds)	Intel (average seconds)	Speedup
64x64x64	0.0011421	0.00328777	2.9x
128x128x128	0.0071273	0.0363237	5.1x
256x256x256	0.0385165	0.373494	9.7x

CPU Results for Stencil Length=8

3D Problem Size	NEC (average seconds)	Intel (average seconds)	Speedup
64x64x64	0.0015196	0.00537826	3.5x
128x128x128	0.0090046	0.0605317	6.7x
256x256x256	0.0543533	0.465964	8.6x

NEC VE versus NVIDIA GV100

Report from nag (RTM performance compared to V100)

RTM Application

- Experimented with 2nd, 4th, and 8th order stencil with leapfrog time integration

The advection-diffusion wave equation for anisotropic media can be expressed as

$$\partial_t u_{ij} - A_2(\nabla) u = -\frac{1}{\mu} F_{ij}$$

where

$$A_2(\nabla) = \frac{1}{\mu} (\Delta + C u \cdot \nabla)$$

In the anisotropic diffusion operator, and Δ_2 is Anisotropic delta.

nag High Performance Computing | Consulting | Numerical Algorithms | Software Engineering Services | www.nag.com

Results vs GPU for Stencil Length=2

3D Problem Size	NEC (average seconds)	GV100	Speedup
64x64x64	0.0006324	0.00110698	1.8x
128x128x128	0.0040223	0.00685343	1.7x
256x256x256	0.0238531	0.0505477	2.1x

nag High Performance Computing | Consulting | Numerical Algorithms | Software Engineering Services | www.nag.com

Results vs GPU for Stencil Length=4

3D Problem Size	NEC (average seconds)	GV100	Speedup
64x64x64	0.0011421	0.00124687	1.1x
128x128x128	0.0071273	0.00794369	1.1x
256x256x256	0.0385165	0.0642127	1.6x

nag High Performance Computing | Consulting | Numerical Algorithms | Software Engineering Services | www.nag.com

Results vs GPU for Stencil Length=8

3D Problem Size	NEC (average seconds)	GV100	Speedup
64x64x64	0.0015196	0.00143517	0.94x
128x128x128	0.0090046	0.00986821	1.1x
256x256x256	0.0543533	0.0884955	1.6x

nag High Performance Computing | Consulting | Numerical Algorithms | Software Engineering Services | www.nag.com

Notas:

- . SCA(Stencil Code Accelerator) não foi utilizado (NEC).
- . Numeros obtidos com Aurora 1 (NEC).
- . Intel AVX ativada (CPU)

**PROXIMO SLIDE
MAIS LEGIVEL**

GPU Results for Stencil Length=2

3D Problem Size	NEC (average seconds)	GV100	Speedup
64x64x64	0.0006324	0.00110698	1.8x
128x128x128	0.0040223	0.00685343	1.7x
256x256x256	0.0238531	0.0505477	2.1x

GPU Results for Stencil Length=4

3D Problem Size	NEC (average seconds)	GV100	Speedup
64x64x64	0.0011421	0.00124687	1.1x
128x128x128	0.0071273	0.00794369	1.1x
256x256x256	0.0385165	0.0642127	1.6x

GPU Results for Stencil Length=8

3D Problem Size	NEC (average seconds)	GV100	Speedup
64x64x64	0.0015196	0.00143517	0.94x
128x128x128	0.0090046	0.00986821	1.1x
256x256x256	0.0543533	0.0884955	1.6x

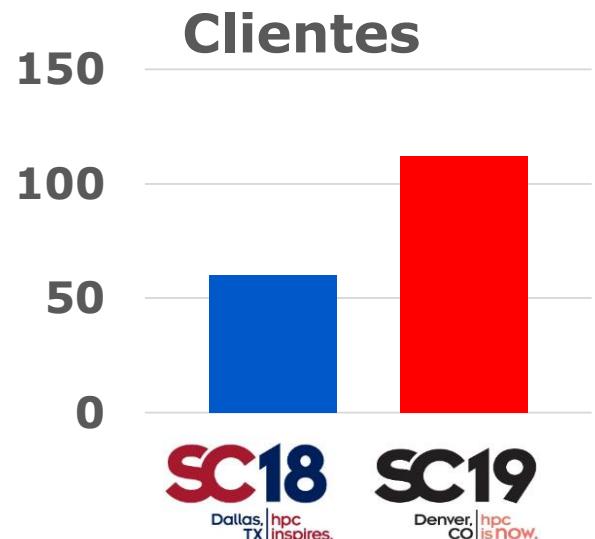
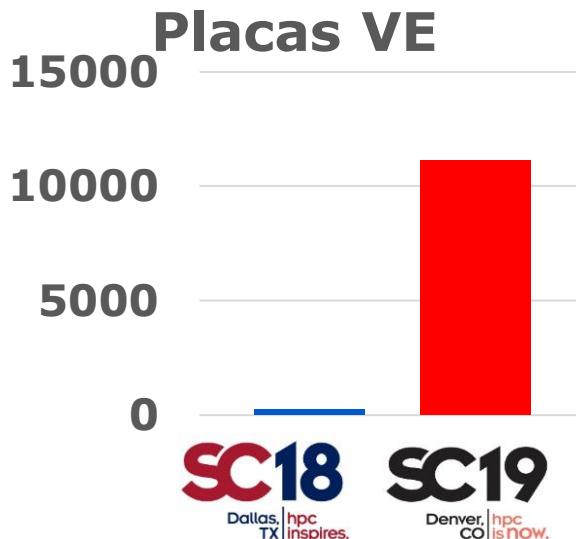
SX-Aurora TSUBASA

Comunidade Aurora

A comunidade que utiliza a
solução SX-Aurora-TSUBASA

Aurora está crescendo

- Mais de 10000 Placas VE vendidas e com mais de 100 clientes
- Aguardando que mais clients juntem-se a nós



Aurora está crescendo

Aurora está crescendo junto à comunidade e clientes



NEC Aurora Forum

EXPAND YOUR HPC EXPERTISE
Join our Quest

Join us and develop aurora community, make innovation with the vector platform together.

FOR THE HPC EXPERT
NEC SX-Aurora TSUBASA Documentation

Time to widen your horizons? Learn new programming models? Leave tedious frameworks behind? Find out more

JOIN

LEARN MORE

Reuniões no SC and ISC

- Aurora Forum (forum aberto)
- Aurora Community (Reunião fechada de usuários)

Aurora Forum Web
<http://www.hpc.nec>

Documentação
<https://www.hpc.nec/documentation>

Principais Business Cases

Exemplos de Sucesso

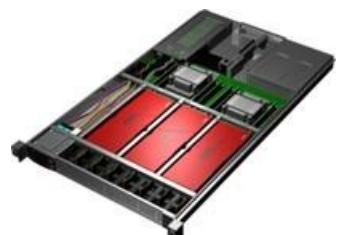
A UFRGS adquiriu o SX-Aurora TSUBASA para o seu parque computacional de Alta Performance

SX-Aurora TSUBASA : Modelo de Servidor : 2U-4VE

- Número de Nós : 1 nó
- Numero de Placas VE : 4 placas
- Performance de Pico : mais de 8 TFLOPS



Início da Operação : Janeiro /2020



Area de Pesquisa (*) : Diversas Simulações

Business case recente : Serviço de Metereologia Alemão (DWD)

NEC venceu um contrato de 50 Milhões de Euros order da DWD para uso em um Sistema Europeu inovador de Previsão do Tempo



I Sistema Instalado

- Approx. 5000 placas VE cards
- Servidor 2U de Alta Densidade (8VE + Processador AMD Rome)
- Refrigeração Direta com Líquido (DLC) no VE (45C Refrigeração por Água Quente)

I Por que a DWD escolheu o SX-Aurora TSUBASA ?

- “Comparado com sistemas x86, SX-Aurora entrega aproximadamente de 20 a 30% mais poder computacional dentro do mesmo limite de potência (W)”
- Possui Alta Confiabilidade e Desempenho necessários para uma variedade de modelos computacionais muito complexos
- A Tecnologia do SX-Aurora oferece não apenas alto poder computacional como também uma Alta Largura de Banda de Memória.

DLC : Direct Liquid Cooling

NIFS selecionou o NEC SX-Aurora TSUBASA para o proximo Sistema HPC que possui mais que QUATRO vezes a performance computacional do Sistema existente

SX-Aurora TSUBASA : Modelo de servidor : 2U-8VE DLC (lançamento)

- Número de Nós : 540 nós
- Numero de Placas VE : 4320 placas
- Performance de Pico : mais que 10 Pflops



Início da Operação : Junho/2020

Area de Pesquisa : Simulação de Fusão de Plasma

Press release

https://www.nec.com/en/press/201911/global_20191112_03.html

High Performance Computing

NEC Latin America S.A.
Av Angelica 2197 - 7 Andar - 01227 - 200 - São Paulo - SP - Brasil
fernandms@nec.com.br
carlosrb@nec.com.br
<http://www.nec.com.br>

NEC



SX-Aurora TSUBASA

Brochure

Especificações



Especificações SX-Aurora TSUBASA – 2020 / 2021

	Tower	Rack Mount		Supercomputer	
Models					
Model name	A101-1	A111-1	A311-4	A311-8	A511-64
# of Vector Hosts (VHs)	1	1	1	1	8
Form factor	Tower	Tower	1U rack mount	4U rack mount	Proprietary rack
Vector Engine (VE)					
# of VEs	1	1	2, 4	8	64
VE type	Type 10B	Type 10CE	Type 10BE	Type 10BE	Type 10AE/10BE
Vector Host (VH)					
CPU/VH	1	1	2	2	2
CPU	Intel® Xeon® Scalable Processors				
Memory configuration	DDR4 DIMM x 6 / CPU				
Max. memory capacity /VH	96GB	96GB	192GB	192GB	192GB
Max. disk capacity/VH	SATA HDD 4TB	SATA HDD 4TB	SATA SSD 1.92TB	SATA SSD 1.92TB +NVMe SSD 3.2TB	SATA SSD 1.92TB
OS	Red Hat Enterprise Linux 7.6 or higher/ CentOS 7.6 or higher				
Interconnect					
InfiniBand	-	-	HDR100/EDR		
# of HCA	-	-	2	2	16
Bandwidth /HCA	-	-	100Gbps		
Power and cooling					
Rated power	1.2kW	1.2kW	2.0kW	4.0kW	Under 40kW
Cooling	Air	Air	Air	Air	Water+Air
Software					
Bundled software	VE controlling software, VE driver				
Software development kit	NEC Software Development Kit for Vector Engine, NEC MPI				

Vector Engine(VE) Specifications – MAY/2020

	Type 10AE	Type 10BE	Type 10B	Type 10CE
Core Specifications				
Clock speed (GHz)	1.584	1.408	1.400	1.400
Peak performance (GFLOPS)	DP	304	270	268
	SP	608	540	537
Processor Specifications				
# of cores / processor	8	8	8	8
Peak performance (TFLOPS)	DP	2.43	2.16	2.15
	SP	4.86	4.32	4.30
Memory bandwidth (TB/s)	1.35	1.35	1.22	1.00
Cache capacity (MB)	16	16	16	16
Memory capacity (GB)	48	48	48	24

* For more information, please access Aurora Forum Website<<https://www.hpc.nec/>>



Before using this product, please read carefully and comply with the cautions and warnings in manuals such as the Installation Guide and Safety Precautions. Incorrect use may cause a fire, electrical shock, or injury.

Please visit SX-Aurora TSUBASA website for all the latest updates:

SX-Aurora TSUBASA website

<https://www.nec.com/en/global/solutions/hpc>



Aurora Forum Website

<https://www.hpc.nec/index.en>



For further information, please contact:

NEC Corporation (Headquarters)

Mail: Info@hpc.jp.nec.com

NEC Deutschland GmbH (HPC Europe)

Mail: info@nec.de

NEC Technologies India Private Limited (AIPF)

Mail: HPC@India.nec.com

\Orchestrating a brighter world

NEC