



**CLOUD NATIVE**  
— COMMUNITY GROUPS —  
**São Paulo**

# Deploy de um Futuro com Sustentabilidade GreenOps na Cloud



Rafael Ferreira

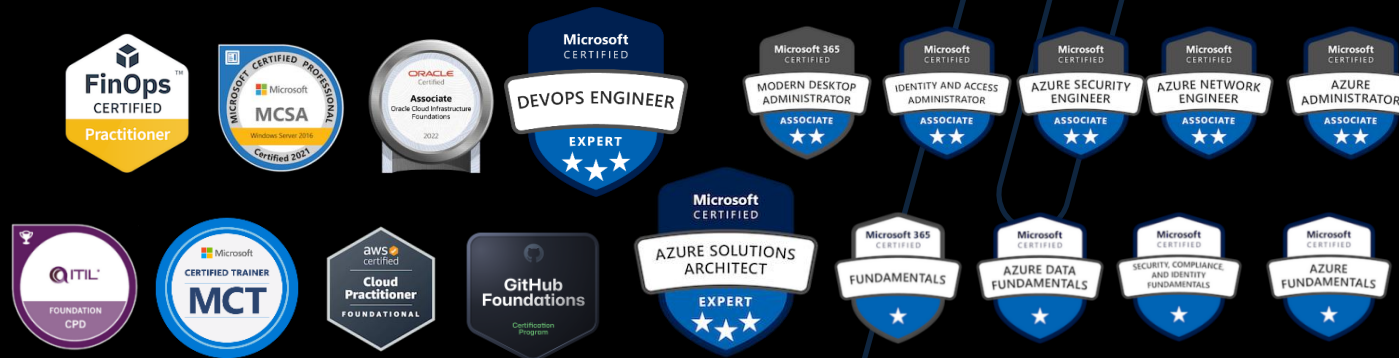


# WHOIAM



Rafael  
Ferreira

- 10+ anos de XP 🧑
- Senior DevOps Engineer @ CI&T
- Algumas Certificações técnicas
- Ciências da Computação 🎓
- Pós na área de educação
- Geek, Gamer 🎮
- Filmes 🎬 séries 📺
- Pai de uma golden 🐕



# Expectativas

- Nível Intermediário
- O óbvio precisa ser dito
- Não é uma Verdade Absoluta
- O que é um Framework
- GreenOps Entusiasta



# PROBLEMA



# O **Impacto** Ambiental da Tecnologia

- **Resíduos Eletrônicos**

Em 2019, aproximadamente **54 milhões** de toneladas de resíduos eletrônicos foram gerados mundialmente, mas somente **17%** receberam reciclagem adequada.

- **Data Centers nos EUA**

Consumo em 2014: **70 bilhões** de kWh (**1,8%** do total do país)

Emissões: **28,4 milhões** de toneladas de CO<sub>2</sub>e

Redução potencial: Até **25%** com eficiências





# O **Impacto** Ambiental da Tecnologia

- **Home Office Reduz Consumo de Energia**

Durante a pandemia de COVID-19 em 2020 levou a uma redução de **13%** no consumo de energia e a uma diminuição de **14%** nas emissões de gases de efeito estufa

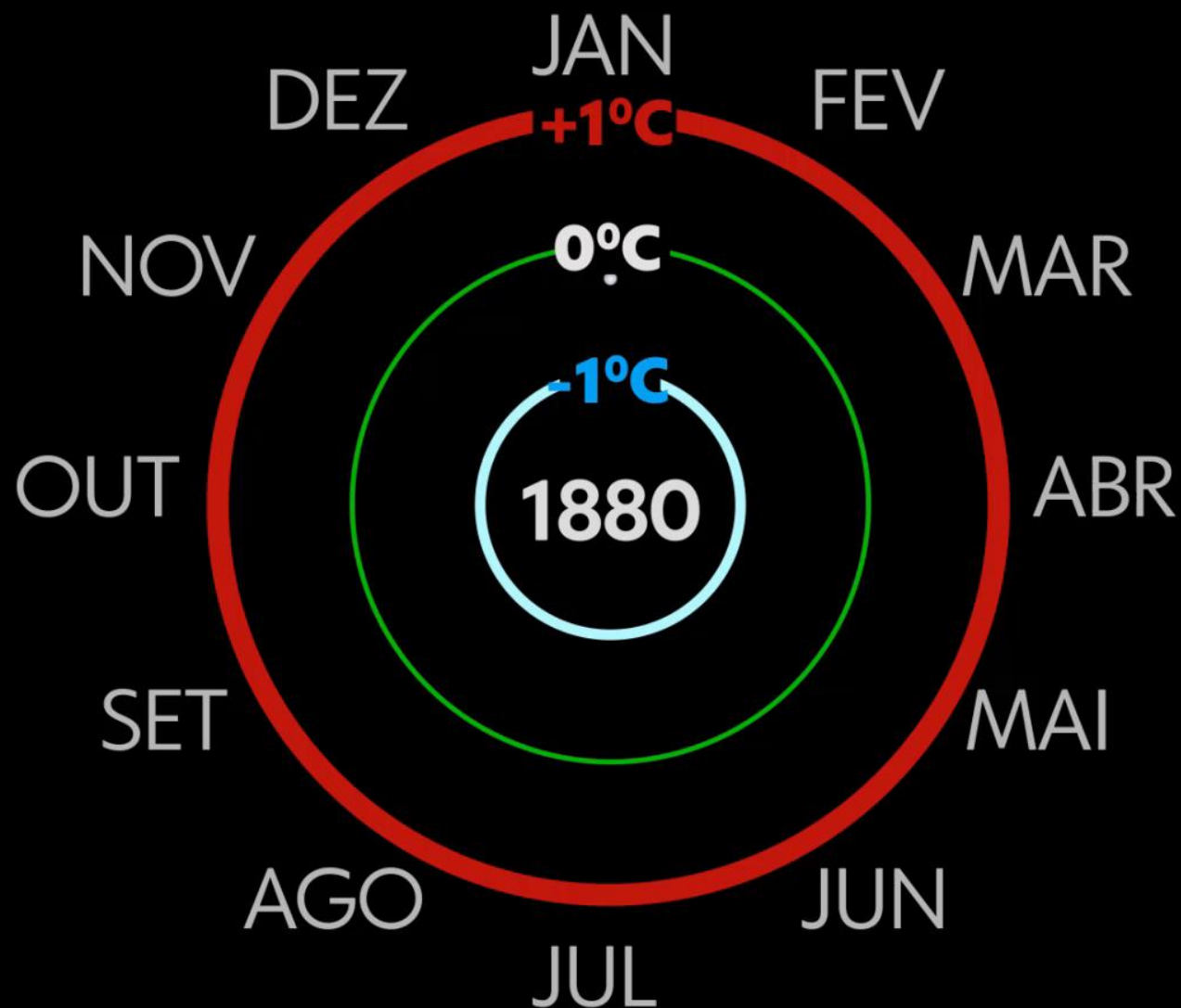
- **Equipamentos de Escritório**

Em 2018, computadores e equipamentos de escritório foram responsáveis por **13%** do consumo total Economia potencial: Até **32%** com práticas de economia

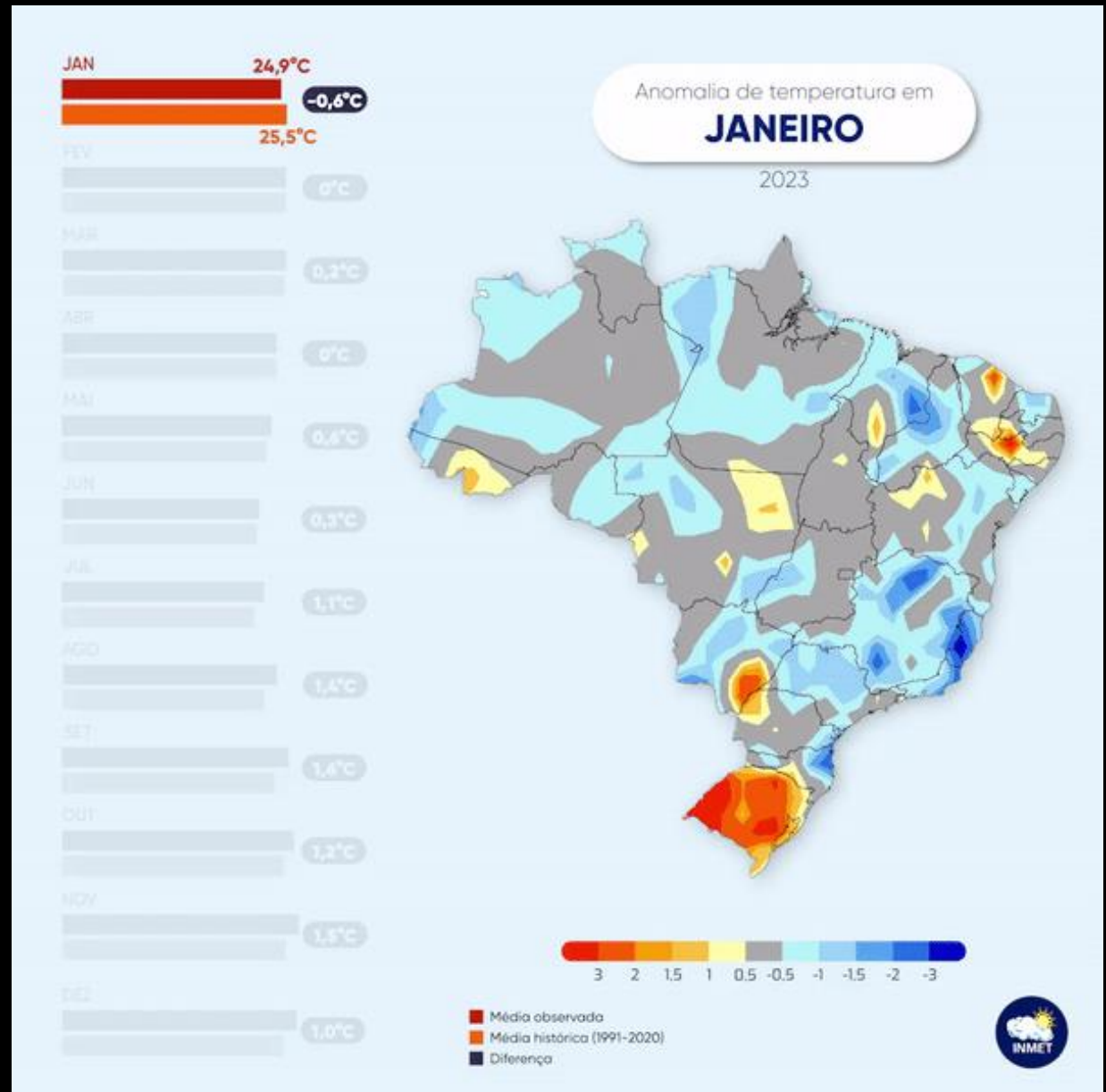


“Espiral climática atualizada mostra as **anomalias** mensais da temperatura no mundo inteiro entre os anos 1880 e 2023”

NASA

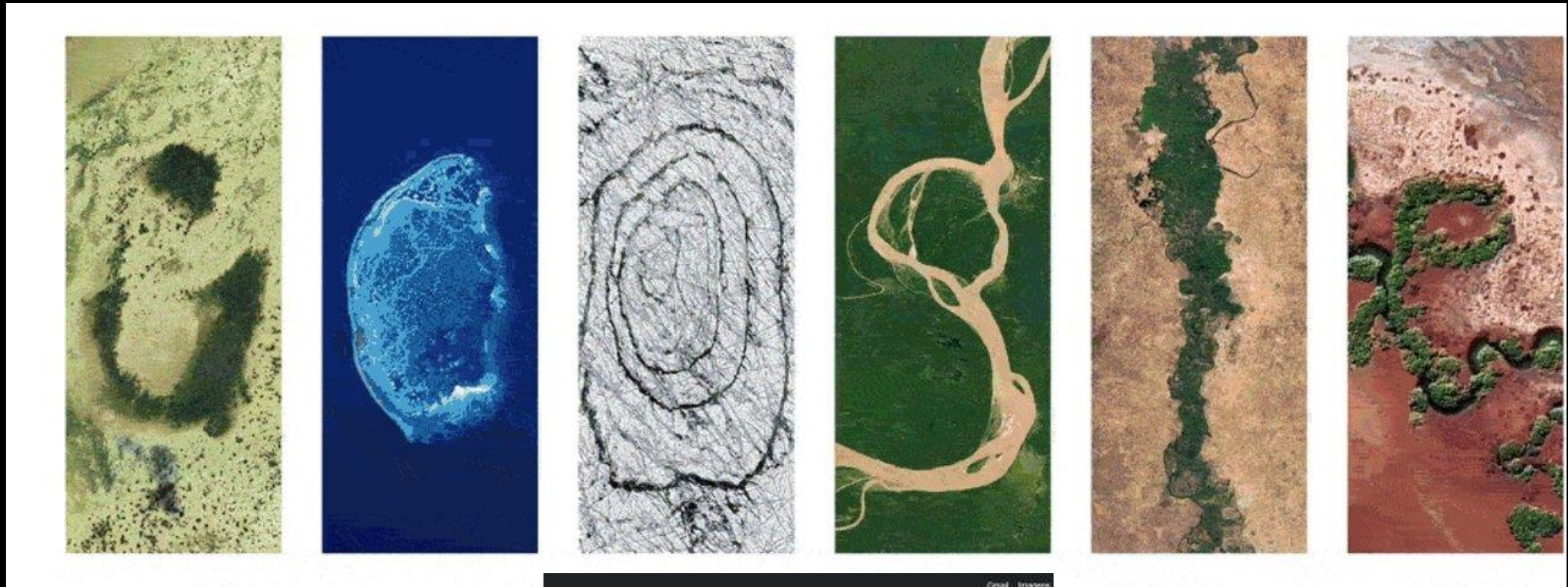


O ano de 2023 é o mais **quente** da história do planeta



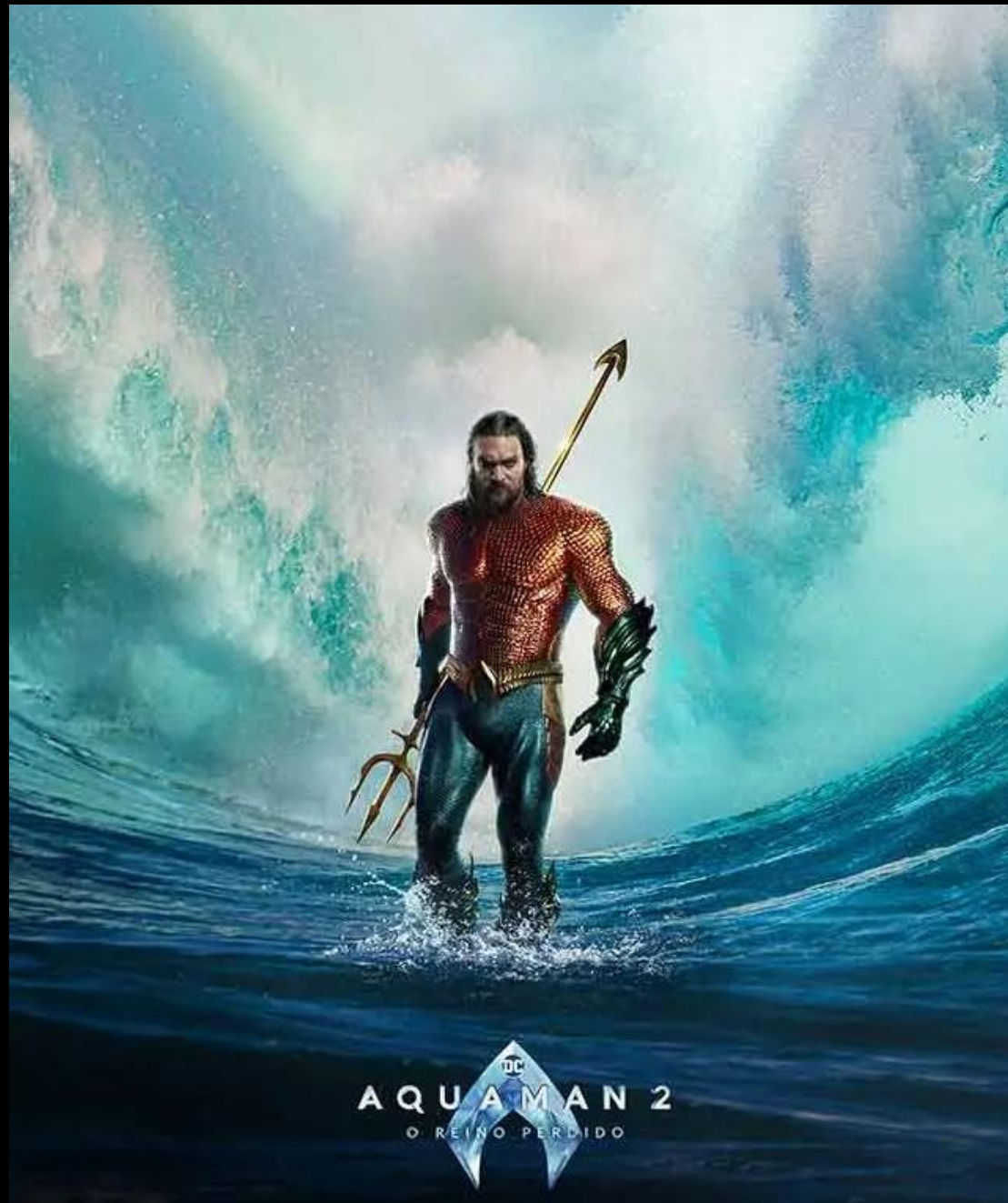


# Google lança Doodle para **alertar** sobre mudanças climáticas



22/04/2024





## Google and Microsoft now consume more electricity than 100+ countries

In 2023, the two tech companies both consumed 24 TWh of electricity, more than the entire country of Iceland consumed.

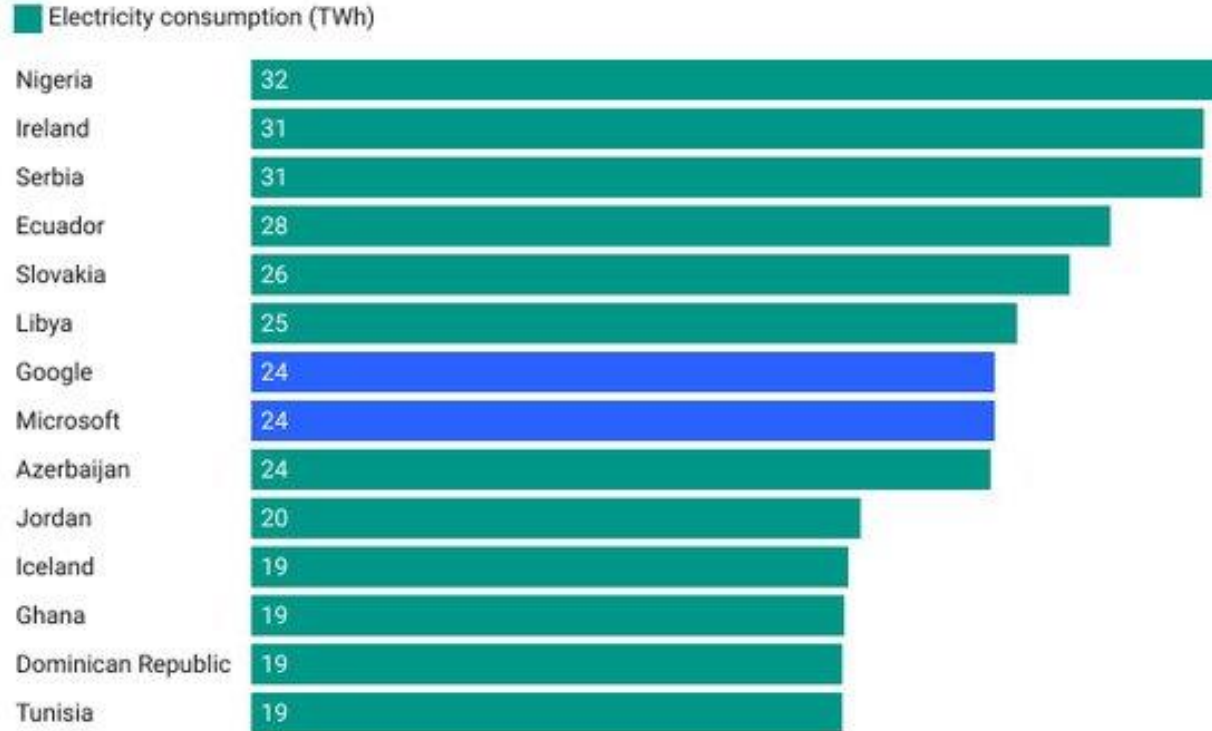


Chart: Michael Thomas • Source: EIA Monthly Energy Review / Company reports • Created with Datawrapper





# Fase 0



# Fundação Sólida

Assim como a fundação de uma casa é crucial para a sua estabilidade e longevidade, uma fundação sólida é igualmente essencial para a adoção da nuvem.

Não suporta apenas cargas de trabalho atuais, mas também seja flexível o suficiente para se adaptar às necessidades futuras.



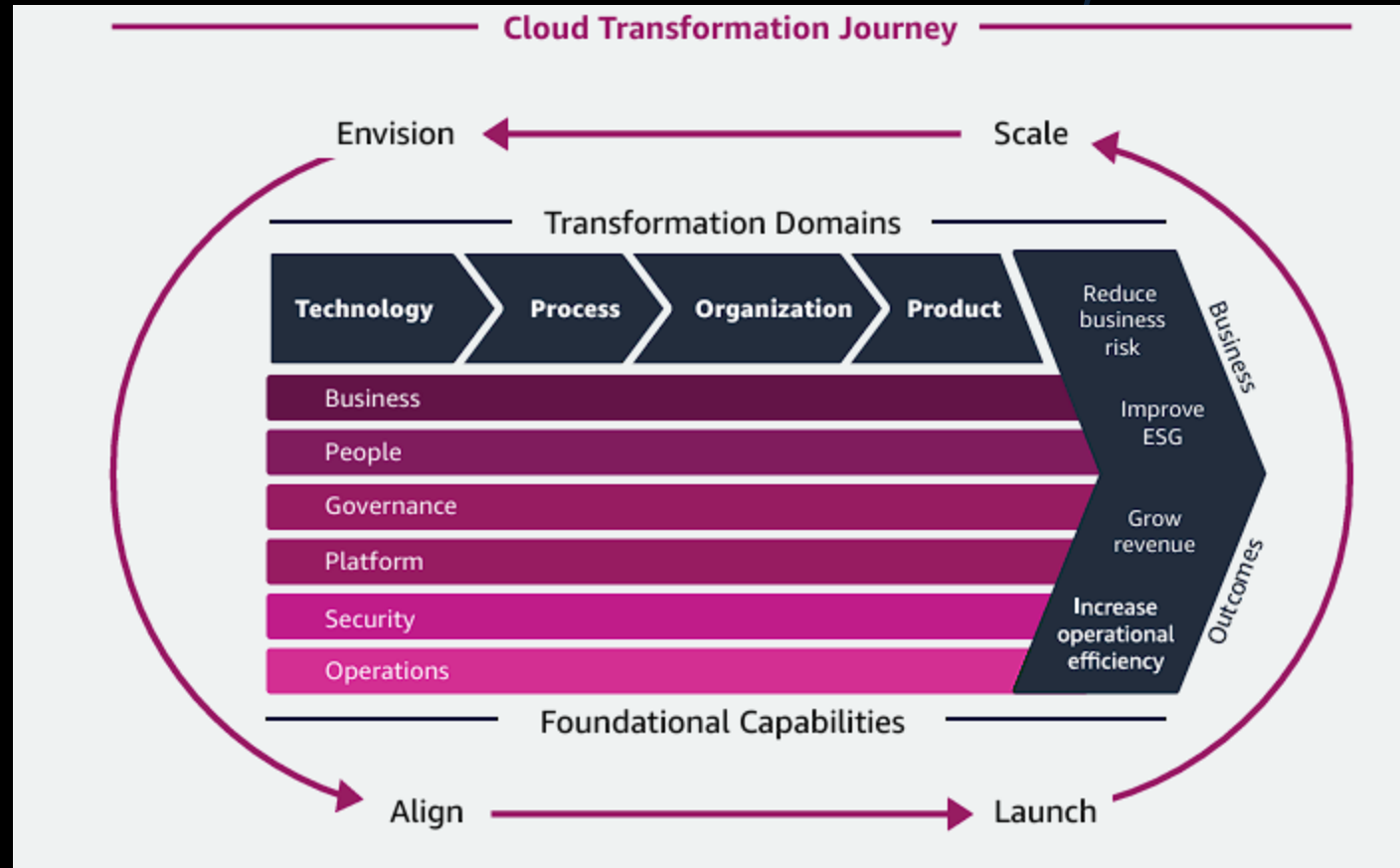


# Fase 1

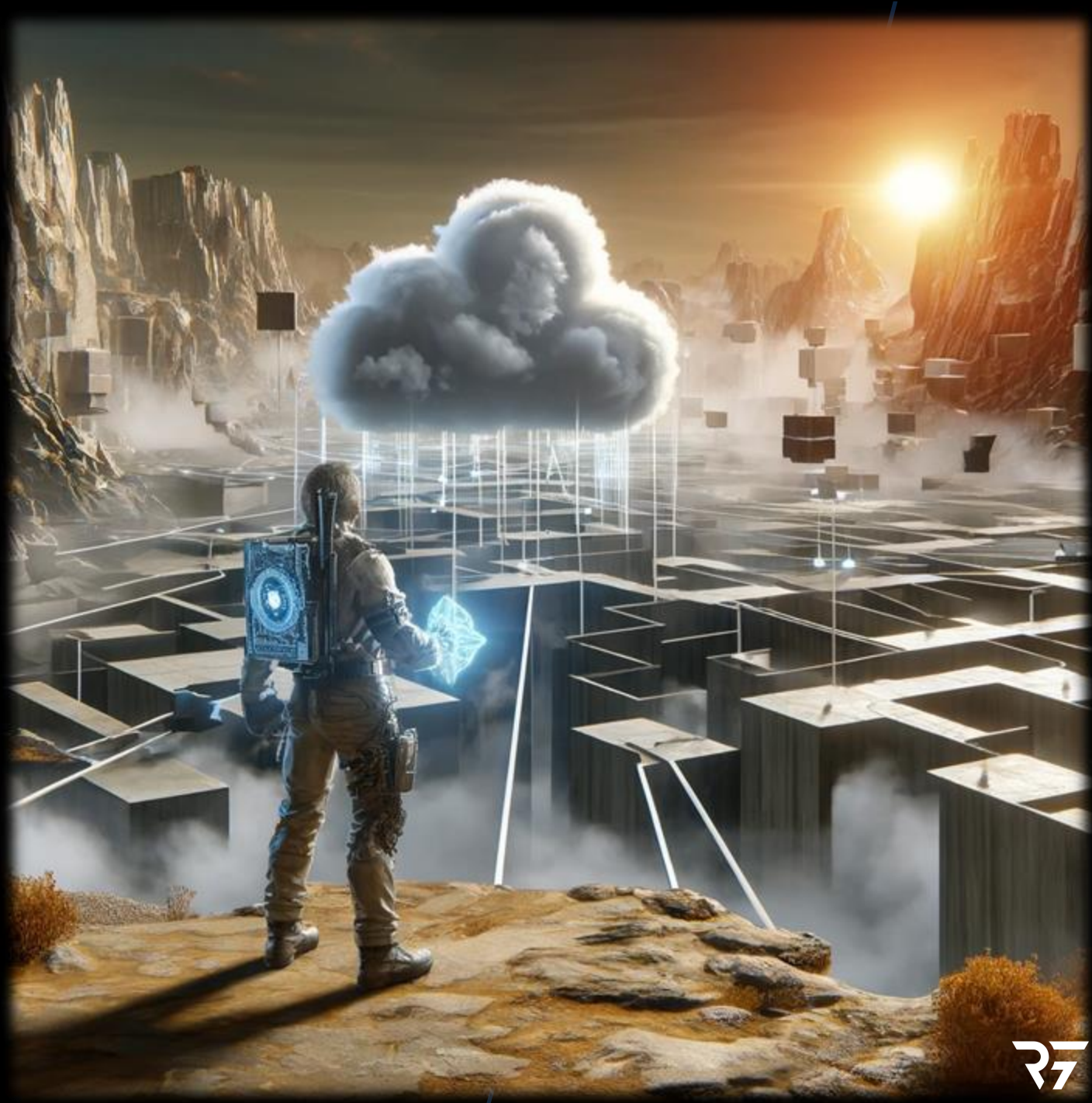


# Cloud Adoption Framework

- 4 Etapas
- 6 Perspectivas



# Fase 2

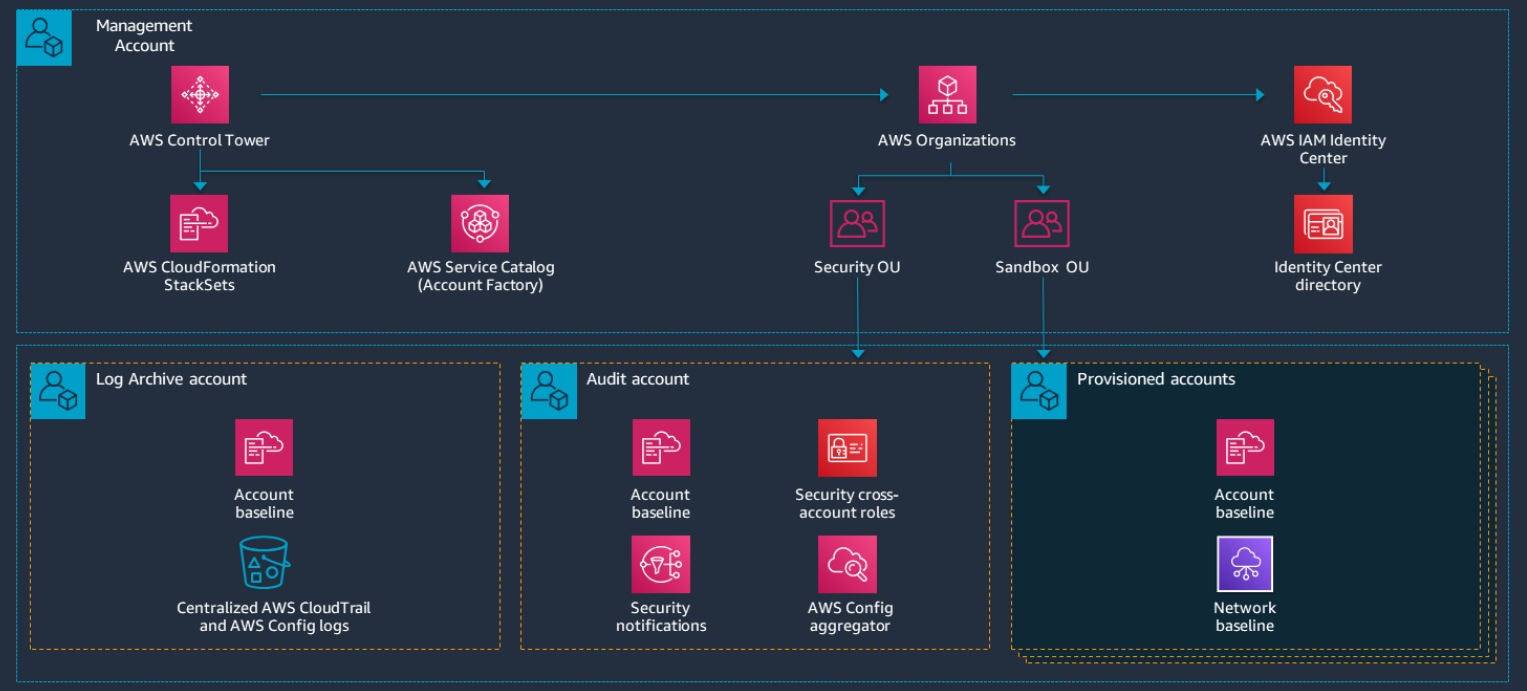




# Landing Zones: O Início de Uma Jornada Estruturada

Estou pronto, decidi que quero ir para Cloud, ou até mesmo, meu ambiente cresceu de forma exponencial. E AGORA?

## Landing Zone provisioned by AWS Control Tower



# Fase 3



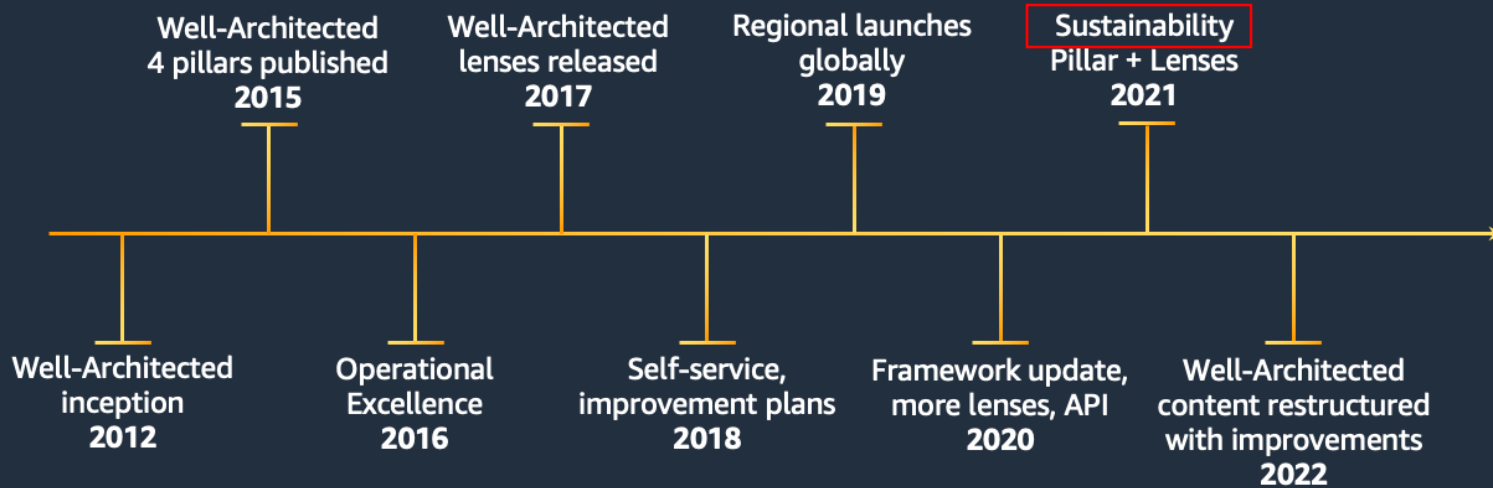




# AWS Well-Architected



## AWS Well-Architected Timeline





# **MISTURANDO** Cloud Foundation, Landing Zones, CAF e Well-Architected

## **Agilidade e Escalabilidade**

Adapta-se rapidamente às mudanças e cresce com as demandas do negócio.

## **Inovação Sustentável**

Fornece uma plataforma para inovação contínua.

## **Resiliência e Confiabilidade**

Constrói uma infraestrutura confiável e resiliente.



# Fase 4





# Fase 5



# Ferramentas de **FinOps** para teu Cluster k8s



**OpenCost**



**kubecost**





# Fase 6





# Fase Final



# Da Fundação à Inovação **Sustentável** na Cloud

## O Que é Computação Verde?

Práticas que tem como objetivo minimizar o impacto ambiental associado às Operações de Tecnologia.



# A Green Computing vai **além** da eficiência energética



- Engloba a escolha de materiais sustentáveis
- Redução de resíduos eletrônicos
- Promoção da reciclagem

Em data centers, práticas como uso de energia renovável e otimização de hardware são destaque





# GreenOps: O **Futuro** que Já Chegou?

- **Pesquisas da Gartner:** Apontam que tecnologias sustentáveis estão entre as top 3 tendências para 2024.
- **Projeção para 2027:** Até 25% da remuneração dos CIOs será baseada no impacto de suas iniciativas tecnológicas sustentáveis.



# ESG

esg in Worldwide  
3,426 results Set alert

- Sustainability/ ESG Analyst**  
Aridzone Sustainability Management Consulting  
Dubai, United Arab Emirates (Remote)  
15 hours ago · Easy Apply
- ESG Manager**  
Trina Solar  
European Union (Remote)  
4 school alumni work here  
Viewed · Easy Apply
- ¡Únete al equipo de ESG en septiembre!**  
Deloitte  
Barcelona, Catalonia, Spain (Hybrid)  
571 school alumni work here  
1 week ago  
Hires Overseas
- IT01-ESG-Cloud Solutions Architect (Direct Hire)**  
Experis  
Houston, TX  
3 school alumni work here  
2 days ago · 0 applicants  
Hires Overseas
- ESG Manager**  
KPMG Bahrain  
Kuwait City Metropolitan Area (On-site)  
3 weeks ago · Easy Apply

## Modelo de tecnologia sustentável



Fonte: Gartner



# Os principais aprendizados da jornada da nuvem



☁ A migração para a nuvem reduz emissões de carbono.

🏢 Soluções de construções inteligentes cortam o uso de carbono, energia e água.

💻 Datacenters otimizados reduzem o uso de energia e água, de emissões e possíveis desperdícios.

💡 A inovação impulsiona dispositivos e embalagens mais sustentáveis.

♻️ Reduzir o impacto de supply chain requer colaboração e transparência

🔄 Mudar a cultura da organização é vital para impulsionar a transformação.







## **Certificate of Completion**

**Rafael Ferreira**

successfully completed

**Sustainability Transformation with AWS**

on

3/7/2024



# Progresso

4,1x

A infraestrutura da AWS é até 4,1 vezes mais eficiente em termos de energia do que a on-premises e pode reduzir a pegada de carbono das cargas de trabalho em até 99%



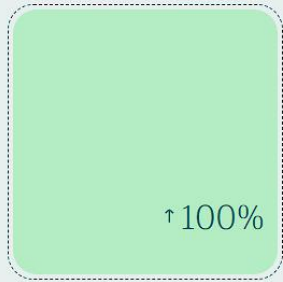
7B+

litros de água serão devolvidos a cada ano às comunidades locais por meio dos esforços de reabastecimento de água da AWS



100%

da eletricidade consumida pela Amazon foi combinada com fontes de energia renováveis em 2023



# AWS Customer Carbon Footprint Tool

The screenshot displays the AWS Customer Carbon Footprint Tool interface. On the left is a navigation sidebar with categories like Home, Billing, and Cost & usage reports. The main content area is titled 'Cost and Usage Reports' and includes a 'Create report' button. Below this are three report cards: 'Analyze your cost and usage', 'Monitor your Reserved Instance (RI)', and 'AWS Usage Report'. A section for the 'Customer Carbon Footprint Tool' features a 'Download' button circled in red, along with 'Start month' (May 2020) and 'End month' (Dec 2022) dropdowns. The 'Your carbon emissions summary' card shows 3,672.1 MTCO2e for estimated emissions and 12,181.3 MTCO2e for emissions saved on AWS. The 'Your emissions by services' table lists EC2 and S3 with their respective carbon emissions and percentages.

**Customer Carbon Footprint Tool**

Start month: May 2020 | End month: Dec 2022 | **Download**

**Your carbon emissions summary**  
Compares your carbon emissions with on-premises computing equivalents

3,672.1 MTCO<sub>2</sub>e (Your estimated AWS emissions) | 12,181.3 MTCO<sub>2</sub>e (Your emissions saved on AWS)

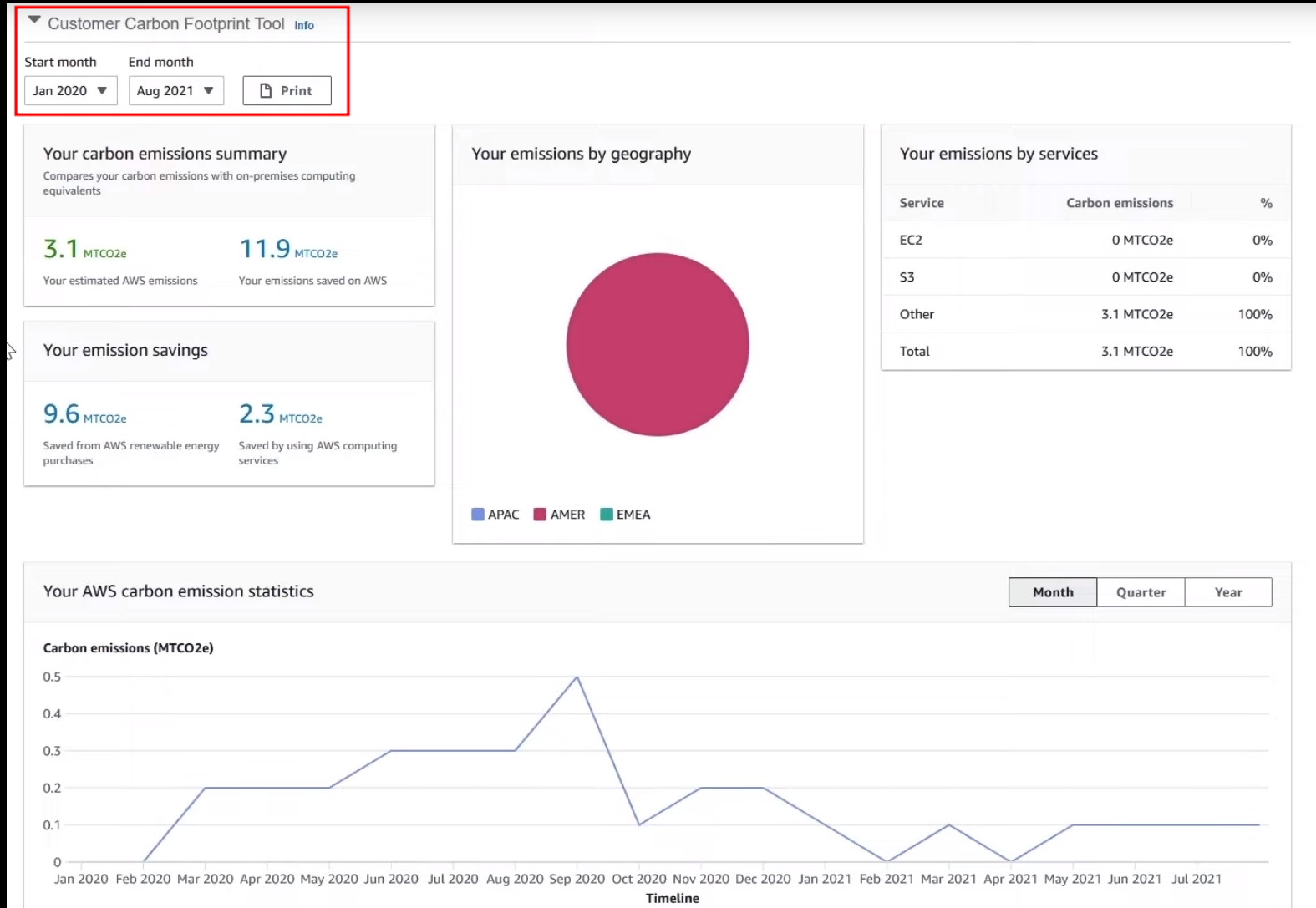
**Your emissions by services**

Service	Carbon emissions	%
EC2	3,240.3 MTCO <sub>2</sub> e	88.24%
S3	377.9 MTCO <sub>2</sub> e	10.29%





# AWS Customer Carbon Footprint Tool



# Padrão Global reconhecido para o cálculo e relatórios de emissões de gases de efeito estufa (GEE)



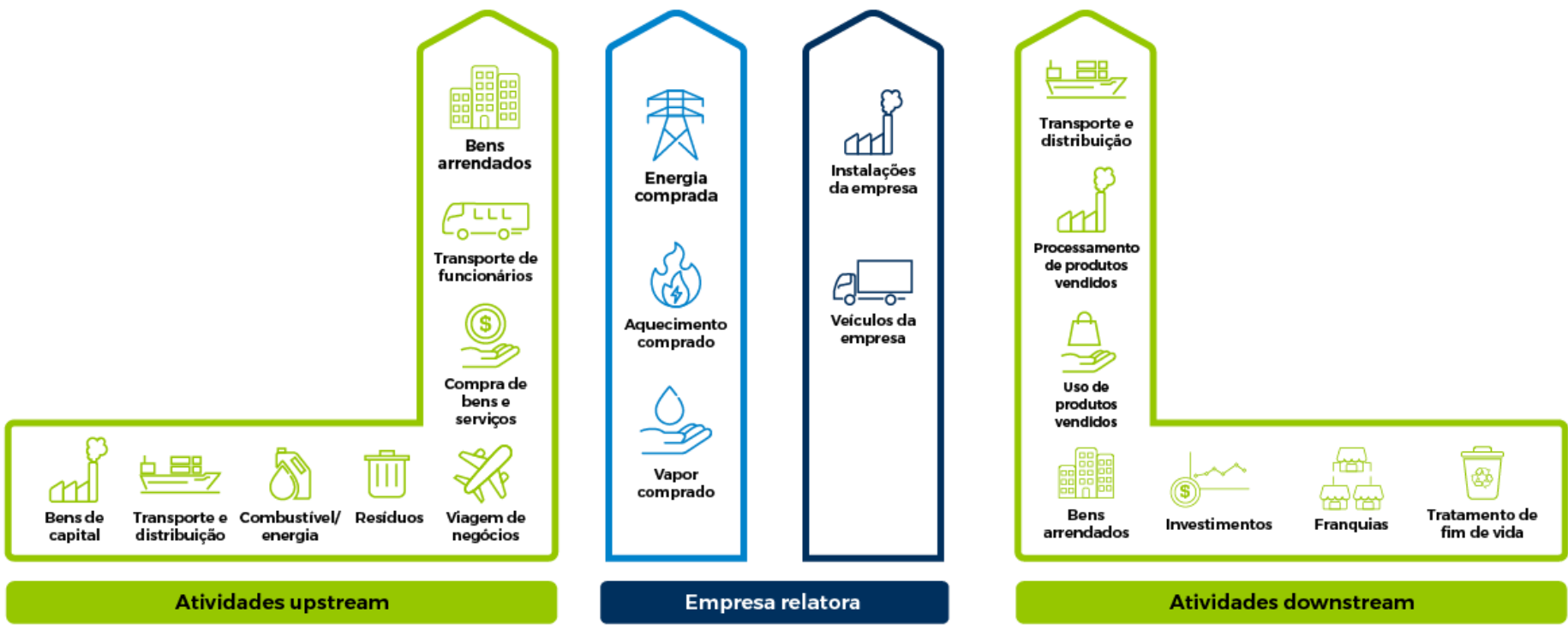


### Escopo 3

### Escopo 2

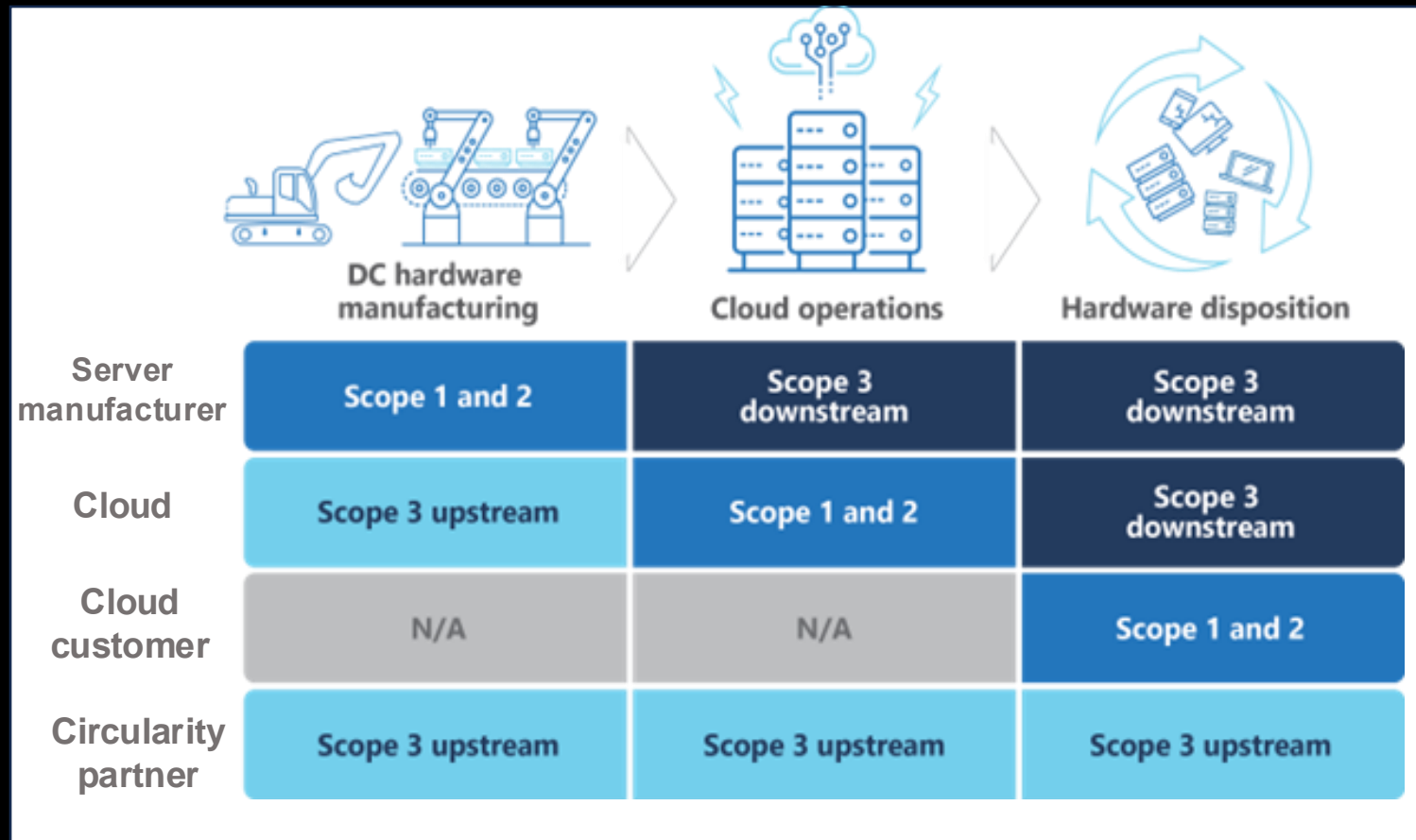
### Escopo 1

### Escopo 3





# Escopos de carbono por participante



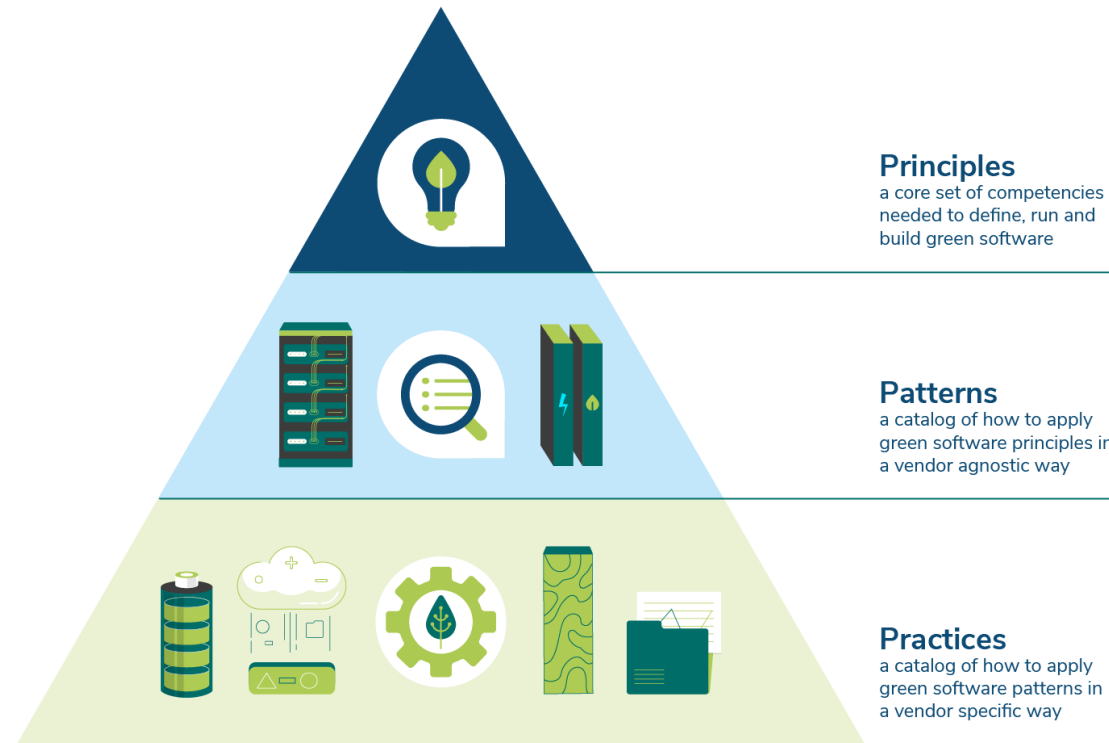
# Green Software Foundation

## SOFTWARE VERDE?

Software responsável por emitir o mínimo possível de carbono

Foco é a redução, não a neutralização.

 Green Software Foundation  
greensoftware.org



 creative commons



# Princípios de Green Software



## **Eficiência Energética**

Usar a menor quantidade de energia possível.

## **Consciência de Carbono**

Fazer mais quando a eletricidade for mais limpa e menos quando for mais suja.

## **Eficiência de Hardware**

Usa a menor quantidade de carbono incorporado possível.



# Como Ser um **Praticante** de Green Software

## **LFC131**: Green Software for Practitioners



Green Software for  
Practitioners  
LFC131

THE **LINUX** FOUNDATION | Training & Certification

OPEN SOURCE BEST PRACTICE

### **Eficiência de Carbono**

Emitir a menor quantidade de carbono possível.

### **Eficiência Energética**

Usar a menor quantidade de energia possível.

### **Consciência de Carbono**

Fazer mais quando a eletricidade for mais limpa e menos quando for mais suja.

### **Eficiência de Hardware**

Usa a menor quantidade de carbono incorporado possível.

### **Medição**

O que não pode ser medido, não pode ser melhorado.

### **Compromissos Climáticos**

Entender o mecanismo exato de redução de carbono.





# Green Software Life Cycle



# Green Software Architecture



## GREEN SOFTWARE / GREENCODING

### “WHAT”

is generated (the code itself). Is it efficient in terms of delivered benefit or energy invested?



**A GREENER  
LOGIC**

### “HOW”

it is generated. Is the software development life cycle efficient? Could the same code be generated with less energy?



**A GREENER  
METHODOLOGY**

### “WHERE”

the software is operated (the final platform running the code). Is it consuming the minimum energy required to run the generated code?



**A GREENER  
PLATFORM**

**ARCHITECTURE**





# What - Logica

- **Melhor experiencia do usuário** – Menor tempo de espera da tela de login
- **Zero Waste** – Sem desperdícios de códigos, exemplo Bibliotecas
- **CDN** – Armazenamento de imagens e videos com menor latência
- **Cache** – Cache em tudo o que for possível



# HOW - Metodologia

- Conscientização de soluções de baixo carbono
- Estratégias de trabalho Designer Patterns – Hexagonal, Clean, Onion, DDD e TDD
- Métricas transparentes e SEMPRE verificadas para possíveis melhorias
- Grupos de trabalho responsáveis por evangelizar a empresa
- Evangelização do tema, rodas de amigos, redes sociais, trabalho, família
- Dark theme – Por exemplo essa apresentação







## Where - Plataformas

- Cloud F1RST
- Corretos SKUs - Redimensionamentos Automaticos
- Serveless
- Start Stop
- MLOPS - AIOps - GitOps
- Inovações tecnológicas



Table 5. Pareto optimal sets for different combination of objectives.

Time & Memory	Energy & Time	Energy & Memory	Energy & Time & Memory
C • Pascal • Go	C	C • Pascal	C • Pascal • Go
Rust • C++ • Fortran	Rust	Rust • C++ • Fortran • Go	Rust • C++ • Fortran
Ada	C++	Ada	Ada
Java • Chapel • Lisp • Ocaml	Ada	Java • Chapel • Lisp	Java • Chapel • Lisp • Ocaml
Haskell • C#	Java	OCaml • Swift • Haskell	Swift • Haskell • C#
Swift • PHP	Pascal • Chapel	C# • PHP	Dart • F# • Racket • Hack • PHP
F# • Racket • Hack • Python	Lisp • Ocaml • Go	Dart • F# • Racket • Hack • Python	JavaScript • Ruby • Python
JavaScript • Ruby	Fortran • Haskell • C#	JavaScript • Ruby	TypeScript • Erlang
Dart • TypeScript • Erlang	Swift	TypeScript	Lua • JRuby • Perl
JRuby • Perl	Dart • F#	Erlang • Lua • Perl	
Lua	JavaScript	JRuby	
	Racket		
	TypeScript • Hack		
	PHP		
	Erlang		
	Lua • JRuby		
	Ruby		

Table 4. Normalized global results for Energy, Time, and Memory

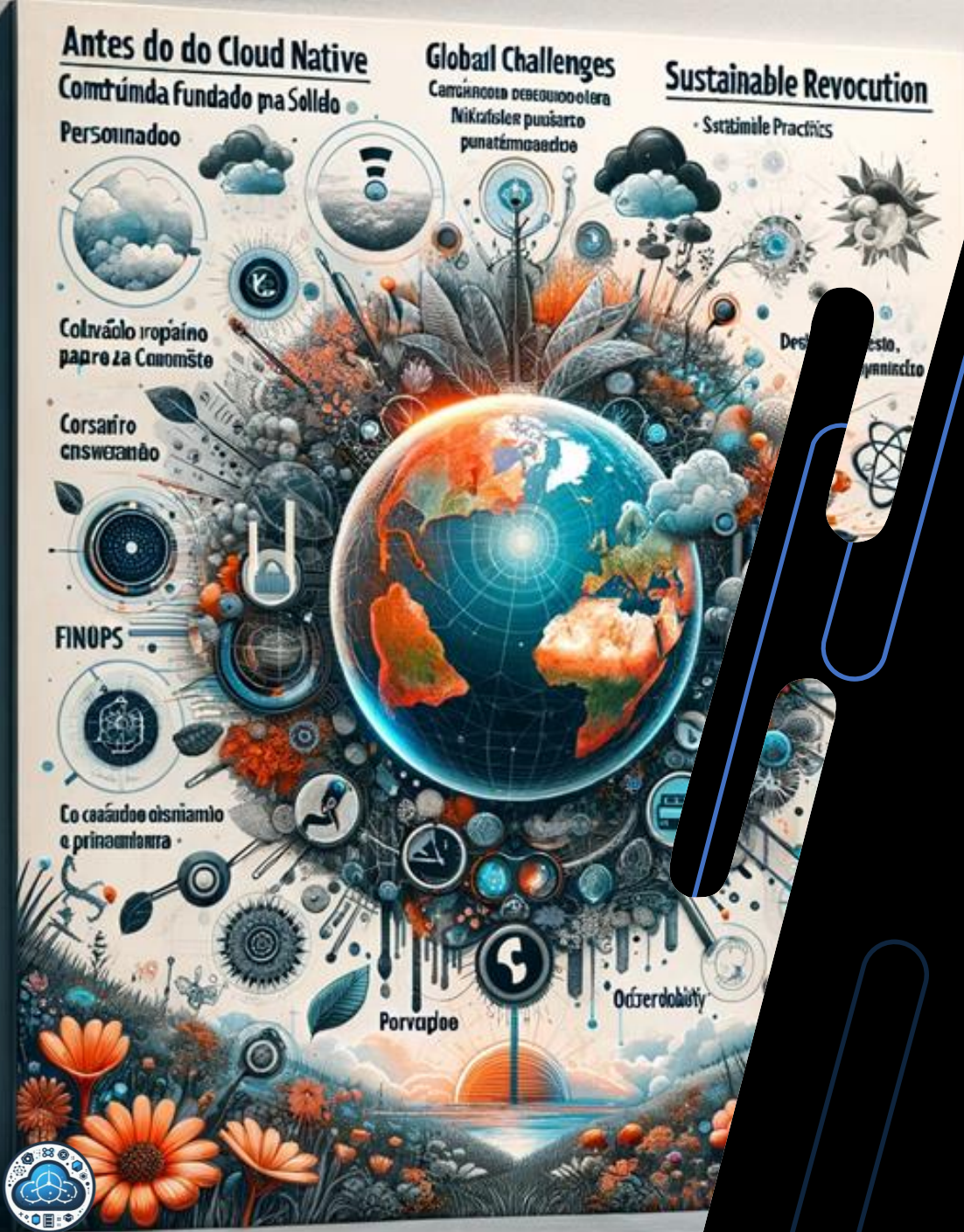
Total					
	Energy		Time		Mb
(e) C	1.00	(e) C	1.00	(e) Pascal	1.00
(e) Rust	1.03	(e) Rust	1.04	(e) Go	1.05
(e) C++	1.34	(e) C++	1.56	(e) C	1.17
(e) Ada	1.70	(e) Ada	1.85	(e) Fortran	1.24
(v) Java	1.98	(v) Java	1.89	(e) C++	1.34
(e) Pascal	2.14	(e) Chapel	2.14	(e) Ada	1.47
(e) Chapel	2.18	(e) Go	2.83	(e) Rust	1.54
(v) Lisp	2.27	(e) Pascal	3.02	(v) Lisp	1.92
(e) Ocaml	2.40	(e) Ocaml	3.09	(e) Haskell	2.45
(e) Fortran	2.52	(v) C#	3.14	(i) PHP	2.57
(e) Swift	2.79	(v) Lisp	3.40	(e) Swift	2.71
(e) Haskell	3.10	(e) Haskell	3.55	(i) Python	2.80
(v) C#	3.14	(e) Swift	4.20	(e) Ocaml	2.82
(e) Go	3.23	(e) Fortran	4.20	(v) C#	2.85
(i) Dart	3.83	(v) F#	6.30	(i) Hack	3.34
(v) F#	4.13	(i) JavaScript	6.52	(v) Racket	3.52
(i) JavaScript	4.45	(i) Dart	6.67	(i) Ruby	3.97
(v) Racket	7.91	(v) Racket	11.27	(e) Chapel	4.00
(i) TypeScript	21.50	(i) Hack	26.99	(v) F#	4.25
(i) Hack	24.02	(i) PHP	27.64	(i) JavaScript	4.59
(i) PHP	29.30	(v) Erlang	36.71	(i) TypeScript	4.69
(v) Erlang	42.23	(i) Jruby	43.44	(v) Java	6.01
(i) Lua	45.98	(i) TypeScript	46.20	(v) Perl	6.62
(i) Jruby	46.54	(i) Ruby	59.34	(i) Lua	6.72
(i) Ruby	69.91	(i) Perl	65.79	(v) Erlang	7.20
(i) Python	75.88	(i) Python	71.90	(i) Dart	8.64
(i) Perl	79.58	(i) Lua	82.91	(i) Jruby	19.84

# Ranking linguagens programação consumo de energia

Linguagem	Energia
(c) C	1.00
(c) Rust	1.03
(c) C++	1.34
(c) Ada	1.70
(v) Java	1.98
(c) Pascal	2.14
(c) Chapel	2.18
(v) Lisp	2.27
(c) Ocaml	2.40
(c) Fortran	2.52
(c) Swift	2.79
(c) Haskell	3.10
(v) C#	3.14
(c) Go	3.23
(i) Dart	3.83
(v) F#	4.13
(i) JavaScript	4.45
(v) Racket	7.91
(i) TypeScript	21.50
(i) Hack	24.02
(i) PHP	29.30
(v) Erlang	42.23
(i) Lua	45.98
(i) Jruby	46.54
(i) Ruby	69.91
(i) Python	75.88
(i) Perl	79.58







# Iniciativas para um **Impacto Ambiental** Positivo

- **Abatimento:** Redução direta de emissões de Gases de Efeito Estufa através de tecnologias limpas e práticas eficientes.
- **Compensação:** Investimento em projetos externos para compensar as emissões. Ex.: reflorestamento ou energia renovável
- **Neutralização:** Combinação de abatimento e compensações para atingir um equilíbrio da emissões de carbono.



# Computação Verde e Cloud Native



Transformação cultural, onde cada dado processado é relevante

Contribuição para o Ecosistema Open Source

Retribuição a comunidade

Colaboração mútua e compartilhamento de conhecimento.





# Iniciativas de projetos sustentáveis



# Acordo de Paris

Na 21ª Conferência das Partes (COP21) da UNFCCC, em Paris

- **Objetivo Central:** Limitar o aumento da temperatura global em menos de 2°C, ideal seja 1,5°C.
- **Participação Global:** Acordo adotado por 195 países na COP21, em 2015, com compromissos nacionais de redução de emissões.



# Sustentabilidade AWS: O Futuro da Energia **Limpa**

Amazon assina acordos para projetos inovadores de energia nuclear para atender às crescentes demandas de energia

Escrito pela equipe da Amazon

## **New Small Modular Reactor**

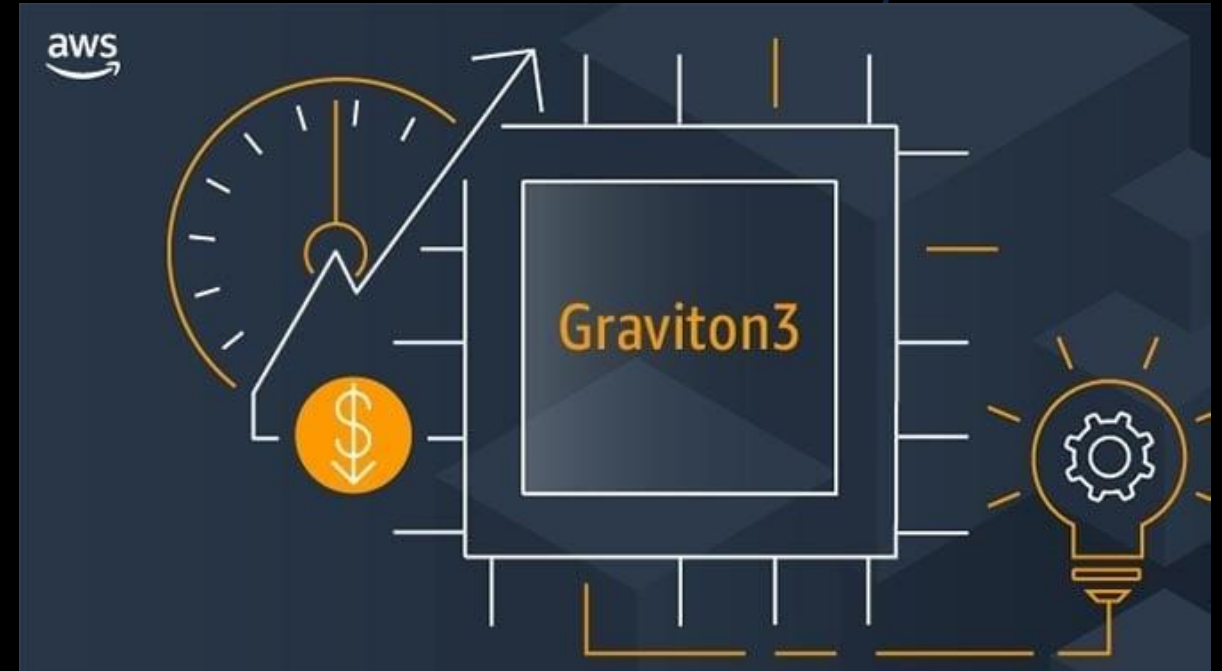
### **Impacto Ambiental Positivo**

- **Carbono Zero:** Fonte de energia sem emissões diretas de carbono
- **Energia Nuclear Inovadora:** segura e sustentável
- **Geração Local:** Criação de empregos e suporte às comunidades locais



# Processadores **ARM** AWS Graviton

Até 60% menos energia para o mesmo desempenho que instâncias EC2 comparáveis, o que ajuda a reduzir sua pegada de carbono.





# Electricity Maps



# Electricity Maps



# Ifood

22 de Outubro

Central de Notificações



**Pedido a caminho**

há 1h

Aí sim! Seu pedido saiu pra entrega e a gente já compensou a emissão de carbono 🌱



# Buser

## Viagem sustentável

Fechar ✕



### Compense o impacto ambiental da sua viagem

Para aqueles que desejam tornar sua viagem **totalmente sustentável**, nós oferecemos a possibilidade de compensar a emissão de CO2 equivalente ao seu trajeto.

Todo o valor é utilizado para o plantio de árvores e apoio a projetos ambientais certificados.

**Doar (+ R\$ 1,07)**





# C6





 **tag-env-sustainability**


























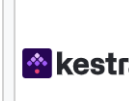



















**TAG** ENVIRONMENTAL  
SUSTAINABILITY



# CNCF Landscape

Orchestration & Management

Scheduling & Orchestration

 KEDA CNCF GRADUATED	 kubernetes CNCF GRADUATED	 Crossplane CNCF INCUBATING	 KARMADA CNCF INCUBATING	 Knative CNCF INCUBATING	 CNCF INCUBATING						
 VOLCANO CNCF INCUBATING	 Amazon ECS	 MESOS	 ARMADA	 Azure Service Fabric	 capsule	 移动云 CNP	 中移磐基	 Clusternet	 Clusterpedia	 SWARM	
	 DolphinScheduler	 ERASER	 FLUID	 HAWK	 iSSCloud — 字节跳动 —	 KCP	 kestra.	 koordinator	 kube-green	 kube-rs	
 KubeAdmiral	 KubeWharf	 KubeSlice	 KUBESTELLAR	 Kured	 slurm workload manager	 Nomad	 Open Cluster Management	 OPEN FUNCTION	 Open Nebula	 PREFECT	 SERVERLESS DEVS
 StackStorm	 upbound	 wasmcloud	 Katalyst								



Um operador para  
reduzir a pegada de CO2  
dos seus clusters



# Kube-Green





# Custom Resource Definition (CRD)

## Complete SleepInfo resource #

```
apiVersion: kube-green.com/v1alpha1
kind: SleepInfo
metadata:
  name: working-hours
spec:
  weekdays: "1-5"
  sleepAt: "20:00"
  wakeUpAt: "08:00"
  timeZone: "Europe/Rome"
  suspendCronJobs: true
  excludeRef:
    - apiVersion: "apps/v1"
      kind: Deployment
      name: api-gateway
```

## CO2 Calculator

CO2 per pods per year (kg CO2eq)	11
Total number of pods	100
Total pods when kube-green active	100
Hour of sleep per week	128

## Results

Total (Kg CO2eq/week)

**76.2% CO2 saved** with kube-green  
without kube-green: 21  
**with kube-green: 5**



# Projetos **Open Source**



- **Cloud Carbon Footprint:** Free and Open Source
- **Carbon Aware KEDA Operator**
- **Kepler** (Kubernetes-based Efficient Power Level Exporter) uses eBPF to probe energy related system stats and exports as Prometheus metrics
- **PEAKS** (Power Efficiency Aware Kubernetes Scheduler) uses metrics exported by Kepler to help Kubernetes schedule to improve energy efficiency by placing Pods on optimal nodes.
- **CLEVER** (Container Level Energy-efficient VPA Recommender) uses metrics exported by Kepler to recommend Vertical Pod Autoscaler the resource profiles to improve energy efficiency by running workloads.



# COMO COMECAR

**Comece a conversa, se não houver conversa!**

Pode não parecer significativo de primeiro momento, mas é o efeito cascata que importa.  
Se muitos fizerem mudanças e depois compartilharem suas experiências, os resultados dessas ações podem ser enormes.



# O Perfeito não existe

Tudo bem se não estiver no estado da arte

Nós podemos/devemos ser melhor do que ontem

Por isso essa palestra foi escrita ontem





# Call4Action

- Adoção de Princípios Sustentáveis
- Integração da Sustentabilidade com Tecnologia
- Promoção de Avanços Tecnológicos Verdes Conscientes
- Contribuição para um Futuro Verde



# Agradecimentos



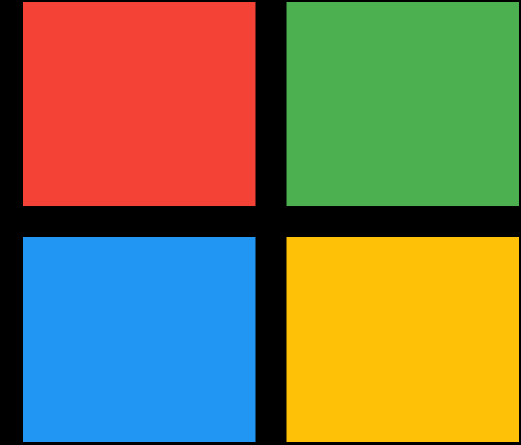
ChatGPT



DALL-E



Google



Microsoft

# cliche



“Pense Grande, Pense Verde!”



# Obrigado!

Vocês podem me encontrar em

rafaelmaferreira

