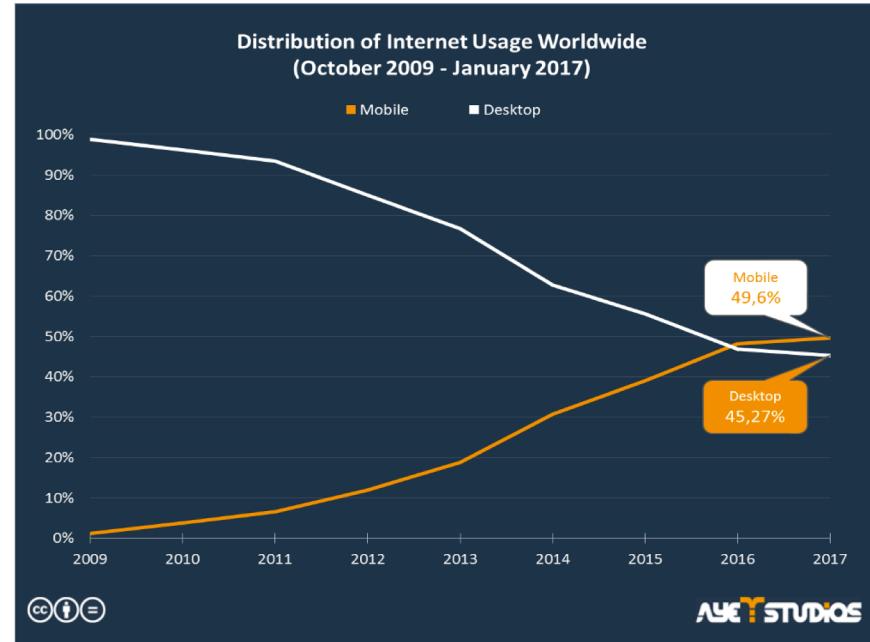


Integração Computação em Nuvem e Dispositivos móveis

(Fog Computing, Edge Computing, Mobile Cloud Computing)

Fernando Trinta & Windson Viana



Alguns dados

A screenshot of a web browser displaying a news article from TecMundo. The title of the article is "Total de smartphones no Brasil supera PCs e chegará a 236 milhões em 2 anos". The article is by Leonardo Rocha and was published on October 25, 2016, at 13:13. There are five social sharing buttons below the article title. At the bottom of the screenshot, there is a collage of various smartphones.

Total de smartphones no Brasil supera PCs e chegará a 236 milhões em 2 anos

POR LEONARDO ROCHA | @leonardo.barreiros.rocha - EM PRODUTO - 25 OUT 2016 - 13H13

COMPARAR CELULARES

NOTÍCIAS GAMES TECMUNDO TV CUPONS DE DESCONTO THE BRIEF

Anúncio fechado por Google

Fernando

Mais dados

The screenshot shows a web browser displaying a CNET news article. The title of the article is "Android inches ahead of Windows as most popular OS". Below the title, a sub-headline reads "Microsoft no longer has a dominant operating system when you look at internet users worldwide, StatCounter finds." The article is by Michelle Meyers and was published on April 3, 2017, at 10:55 AM PDT. There are social media sharing icons for Facebook, Twitter, and others. A small note at the bottom of the article area says "Ad closed by Google". The CNET navigation bar includes links for REVIEWS, NEWS (which is selected), VIDEO, HOW TO, SMART HOME, CARS, DEALS, DOWNLOAD, and JOIN / SIGN IN.

Computação Móvel

- Paradigma cada vez mais presente
 - Melhorias de Hardware
 - Heterogeneidade de Software
 - Aumento na complexidade das aplicações
 - Multiplos Sensores



Cenário Atual

- Aumento da capacidade de processamento e armazenamento...
- Inclusão de sensores
- Melhoria das plataformas de desenvolvimento
- Como consequência:
 - Novas aplicações
 - Manipulação de grandes quantidades de dados
 - Dados complexos, processos de inferência mais complexos
 - Uso de informações contextuais

Waze

- Auxílio da informação de trânsito
- Dados dos usuários auxiliam a detecção de pontos de gargalo
 - Passivamente
 - Ativamente
- 65 milhões de usuários ativos
- Número de editores voluntários
 - 420K





- Marketing georeferenciado
- Sensores: acelerômetro, magnetômetro, wifi
- Precisão de 3mts indoor
- 70 milhões na américa latina
- Valor de mercado: R\$ 100 Mi

05. IN LOCO O PODER DA LOCALIZAÇÃO

Através de nossa tecnologia exclusiva de localização, mapeamos mais de 5 milhões de estabelecimentos comerciais no Brasil, incluindo mapas internos como Shoppings e Aeroportos. Tudo para que você possa engajar sua audiência em todos os momentos de consumo, através das **segmentações exclusivas** da In Loco:



Antes: pre-targeting

Segmento o consumidor mais propenso a comprar seu produto através do seu comportamento online e offline.



Durante: in loco

Influencie o seu consumidor em seu momento de decisão, dentro do seu ponto de venda, com até 1 metro de precisão.



Depois: retargeting

Atinja o consumidor que esteve em contato com sua marca recentemente. Não seja esquecido!

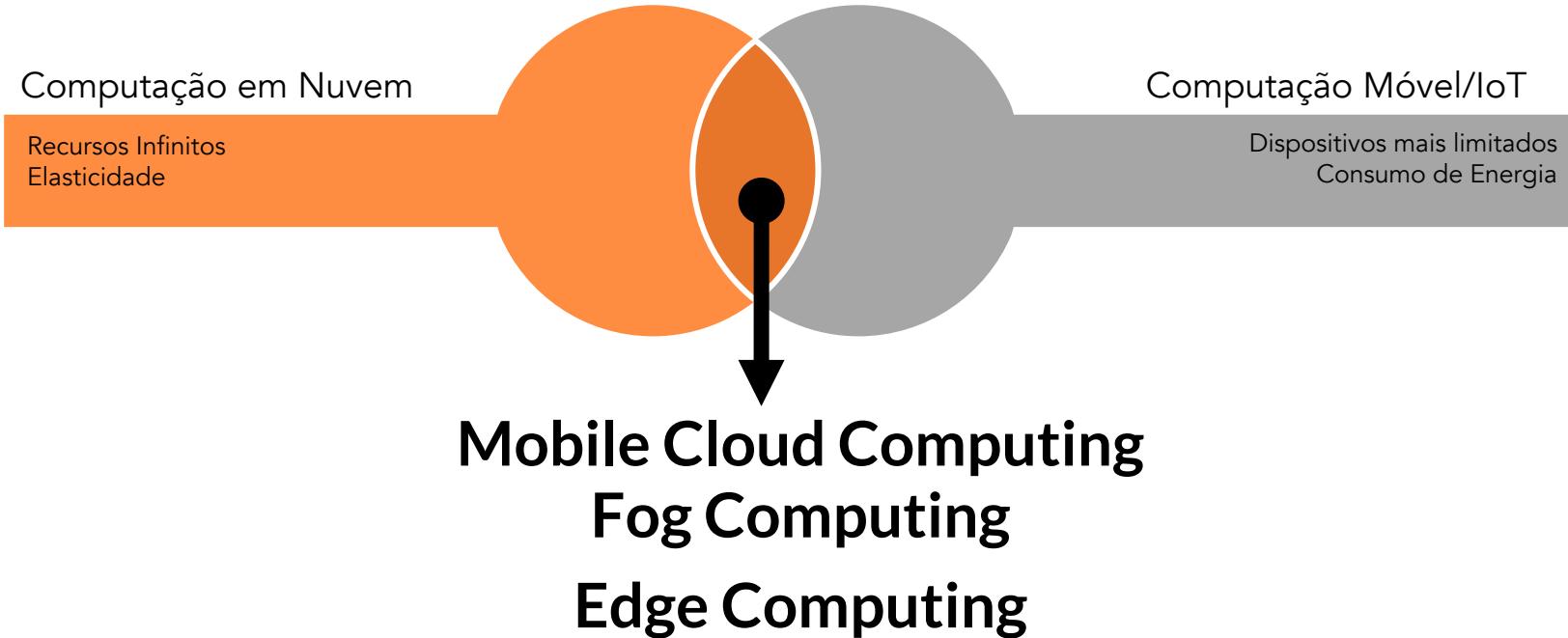
Tendências

- Maior uso de aprendizado de máquina e inteligência artificial
 - Intelligent apps
- Mais BigData
- Crowdsensing, Crouwsourcing
- Integração com dispositivos wearable
 - Internet of Things (IoT)
- Exemplos:
 - Reconhecimento facial, Processamento de linguagem natural e Jogos
- Maior demanda por recursos
- Maior uso de energia

Computação em Nuvem

- "A Nuvem é um grande repositório de recursos virtualizados facilmente utilizáveis e acessíveis (como hardware, plataformas de desenvolvimento e/ou serviços). Esses recursos podem ser dinamicamente reconfigurados para ajustar a carga (escala) variável do sistema, permitindo também um uso ótimo dos recursos. Esse reservatório de recursos é geralmente explorado por um modelo pay-per-use (pagar para usar) no qual as garantias são oferecidas por um Provedor de Infraestrutura por meio de SLAs (Service Level Agreements - Acordo de Nível de Serviço)"

Vaquero, L.M. and Rodero-Merino, L. and Caceres, J. and Lindner, M. "A break in the clouds: towards a cloud definition" em ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008



Mobile Cloud Computing

“... aiming to provide a range of services, equivalents to the cloud, adapted to the capacity of resource-constrained devices, besides performing improvements of telecommunications infrastructure in order to improve the service provisioning.”

H. T. Dinh, C. Lee, D. Niyato, and P. Wang. A survey of mobile cloud computing: architecture, applications, and approaches. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2011

Mobile Cloud Computing

“... aiming to provide a range of services, equivalents to the cloud, adapted to the capacity of resource-constrained devices, besides performing improvements of telecommunications infrastructure in order to improve the service provisioning.”

H. T. Dinh, C. Lee, D. Niyato, and P. Wang. A survey of mobile cloud computing: architecture, applications, and approaches. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2011

Edge Computing

“... as computation done at the edge of the network through small data centers that are close to users.”

OpenEdge Consortium. <https://www.openedgecomputing.org/>

Fog Computing

“... a horizontal systemlevel architecture that distributes computing, storage, control and networking functions closer to the users along a cloud-to-thing continuum.” The “horizontal” platform in fog computing allows computing functions to be distributed between different platforms and industries, whereas a vertical platform promotes siloed applications”

OpenFog Consortium. <http://openfogconsortium.org>

E tem mais...

Mobile Edge Computing
279K

Dew Computing
(Computação de Orvalho)
6,1K

Mist Computing
(Computação de Neblina)
9,5K

Cloudlet Computing
(Mini-Datacenter)
3,6K

Osmotic Computing
4,1K

Busca por cada tema

● fog computing
Termo de pesquisa

● Edge Computing
Termo de pesquisa

● Mobile Cloud Com...
Termo de pesquisa

+ Adicionar comparação

Todo o mundo ▾

10/06/2014 – 06/11/2019 ▾

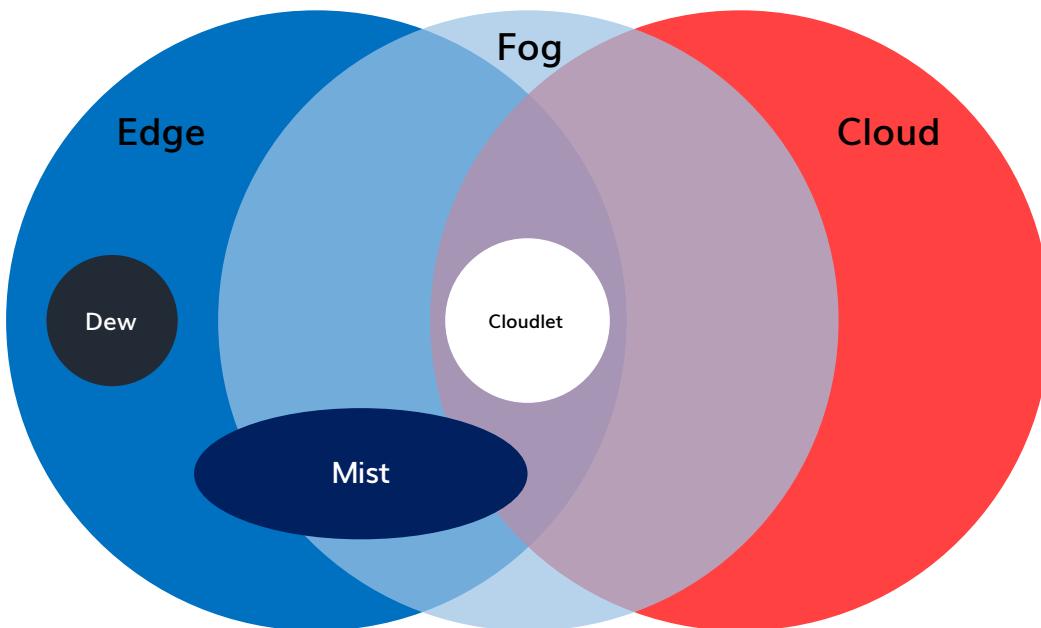
Todas as categorias ▾

Pesquisa na Web ▾

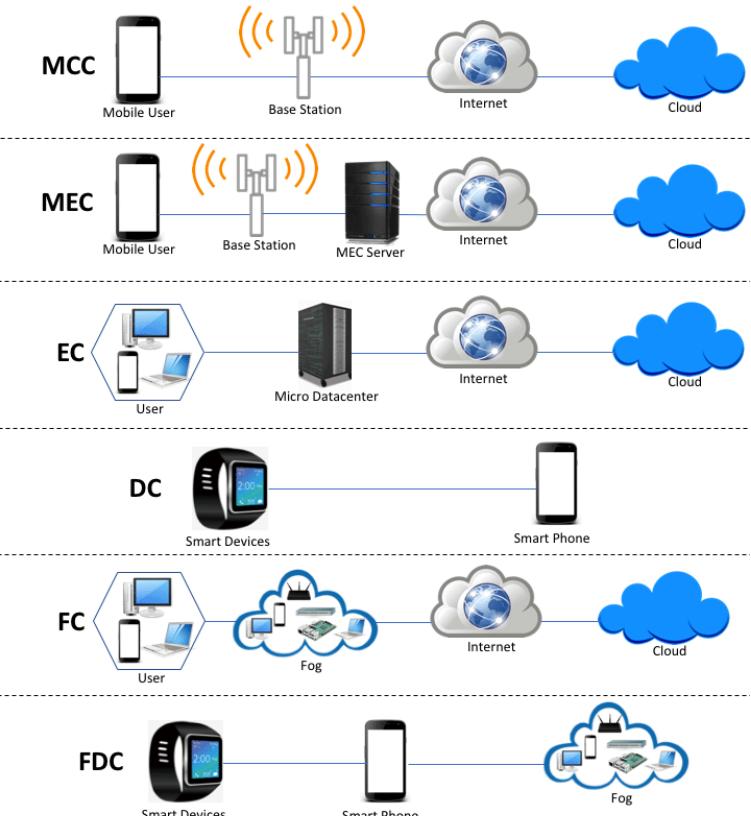
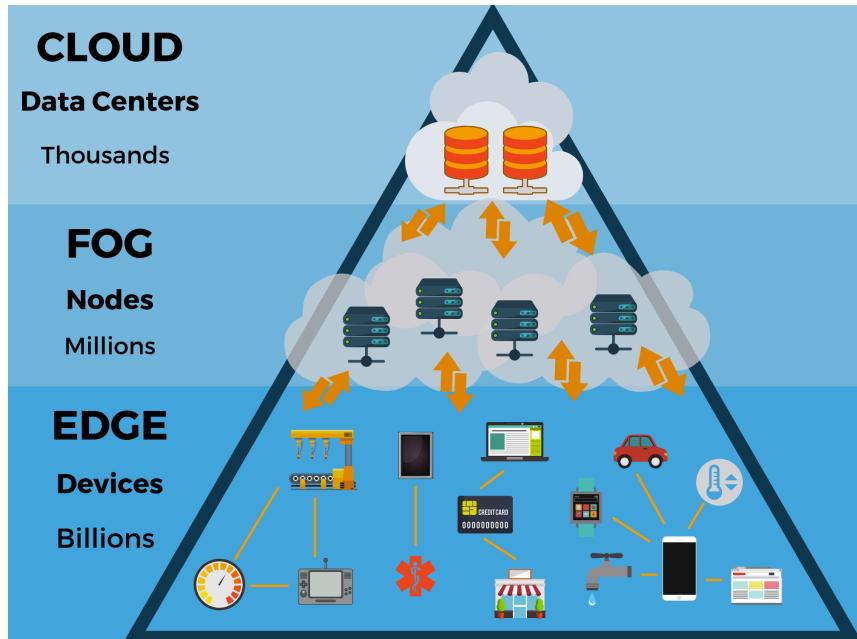
Interesse ao longo do tempo 



Relação entre visões

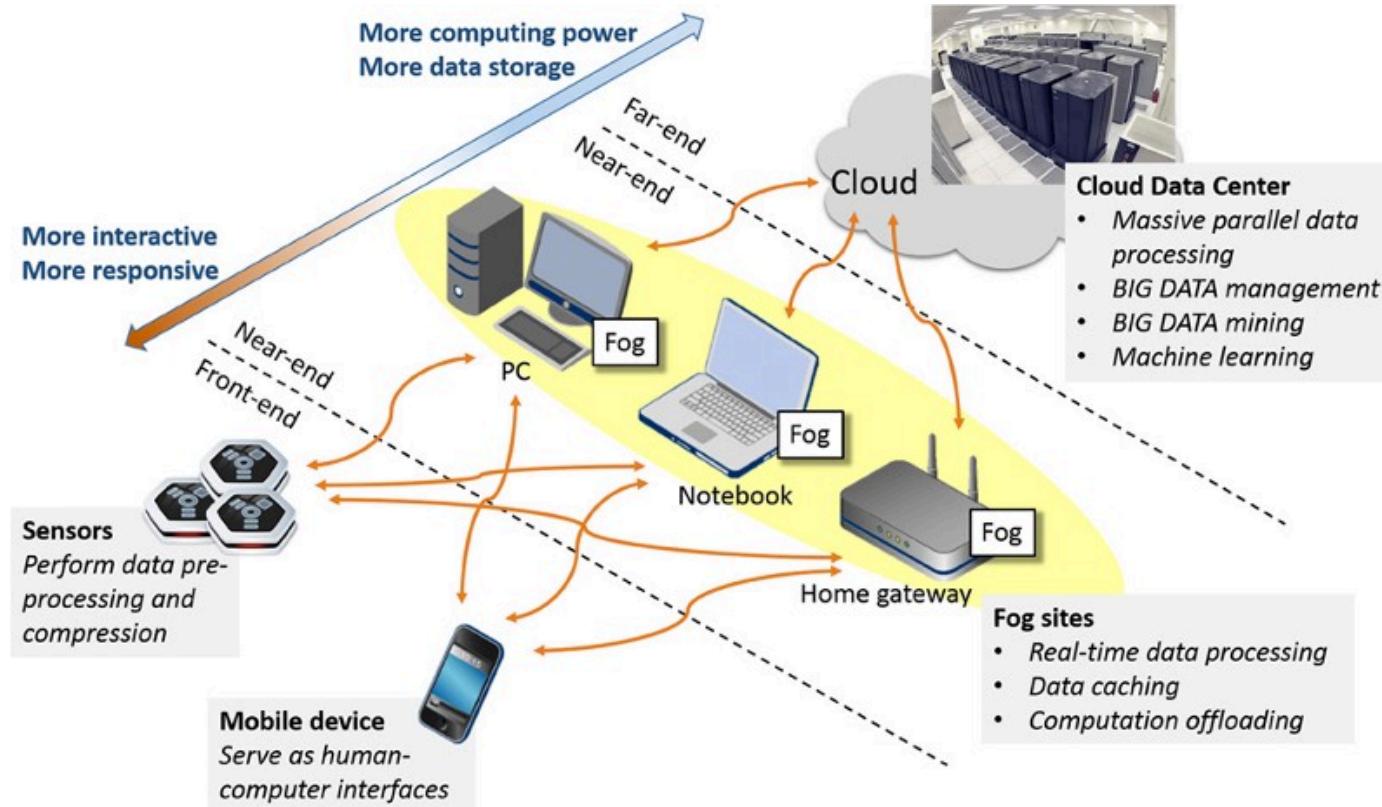


Outras visões



Mobile Cloud Computing/Fog Computing/Edge Computing

- Conceitos Semelhantes, porém com leves diferenças
- Semelhança:
 - Preveem o auxílio a dispositivos com limitações de recursos
- Diferença:
 - Onde está localizado o nó de auxílio
 - Perfil dos nós que auxiliam



Cenários de Aplicação

- Processamento de Imagens
 - Turismo no Museu
- Processamento de Linguagem Natural
 - Crowd Computing
 - Crowd Sensing
- Criança desaparecida
 - Desastre Natural
- Busca Multimídia
 - Shazam ou MusicMatch

Google's translation headphones are here, and they're going to start a war

Nigel Kendall

Douglas Adams' in-ear translator from Hitchhiker's Guide is becoming a reality. But knowing what people are really saying could be disastrous

9295 801

Friday 6 October 2017
14.00 BST



Advertisement

Google Cloud Platform

Receba US\$300 de crédito para testar hoje mesmo.

TESTE GRÁTIS

Google Cloud

https://adclick.g.doubleclick.net/pcs/click?xai=AKAOjstPsvf4SBK-sHjabcPUGzNg5qKw\|nWyVEJuPCKAjGfEhEmUS24-2br2EX8SwtDuhGhPyhP_zDWuqeX\|VHJo280qXrYbU23XHI_VrC7wG0GV89psEAA&sig=Cg0ArKJSzBjWOFkJtUCh&urifix=...

Quais vantagens?

- Geral: Reduzir as limitações dos dispositivos móveis por meio do acesso ubíquo a recursos locais e da nuvem
- Melhorar o desempenho das aplicações
- Conservar recursos dos dispositivos
- Estender a capacidade de armazenamento
- Melhorar a experiência do usuário

Offloading

- É a técnica utilizada em MCC para melhorar o desempenho das aplicações e reduzir o consumo de energia dos dispositivos móveis ao migrar processamento ou dados de um dispositivo móvel para outro dispositivos/infraestrutura com maior poder de computação e/ou armazenamento.
 - Computation Offloading
 - Data Offloading
- O termo Cyber Foraging também é utilizado na literatura para falar de Computation Offloading

Satyanarayanan, Mahadev. "Pervasive computing: Vision and challenges." IEEE Personal communications 8.4, 2001.

Balan, Rajesh Krishna, and Jason Flinn. "Cyber Foraging: Fifteen Years Later." IEEE Pervasive Computing 16.3, 2017.

Offloading vs Client/Server

- Computation Offloading é diferente do modelo cliente-servidor
 - Cliente-servidor: cliente sempre migra a computação para o servidor.
 - Offloading: dependendo da disponibilidade e qualidade da rede, offloading pode não ser possível ou vantajoso.
- O conceito de offloading é geralmente implementado por uma estrutura especial (e.g., design pattern) que permite que uma parte do código seja executada localmente no dispositivo móvel ou remotamente, sem impactar na corretude da aplicação.

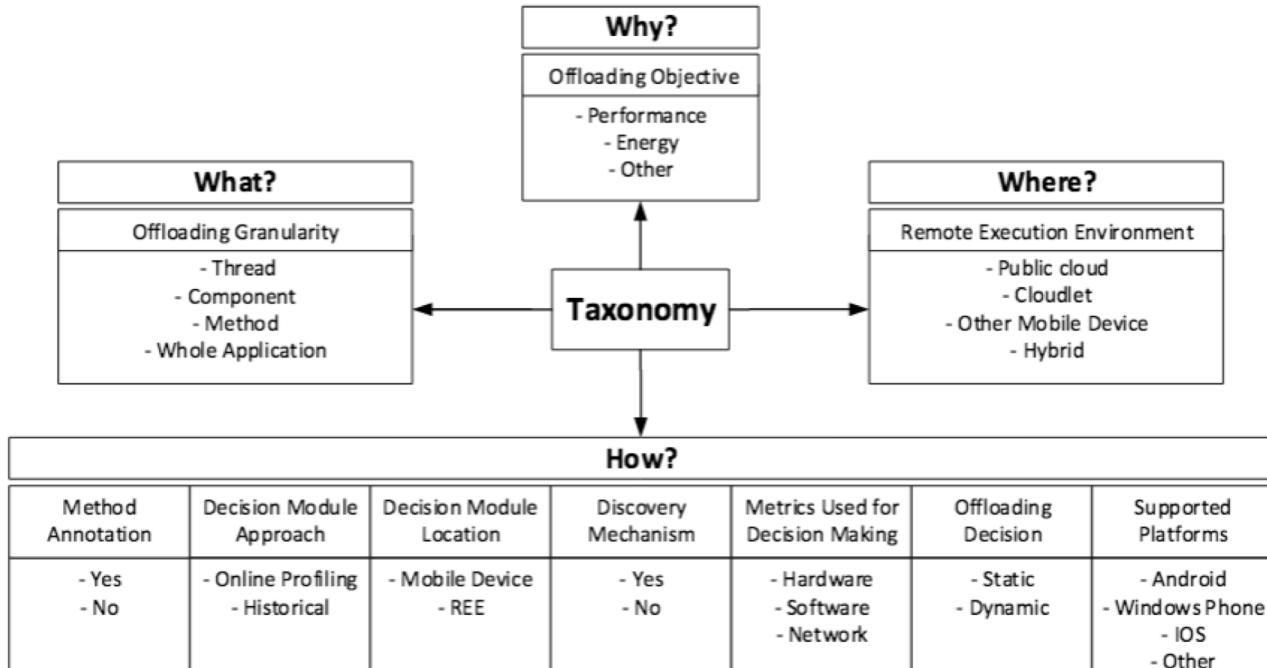
Questões Centrais

- Quando
- Como
- Do que
- Onde
- Por que



Taxonomia Proposta

- Revisão de literatura
- Taxonomia inspirada nos trabalhos de
 - Sharifi et al. (2014)
 - Liu et al. (2015)

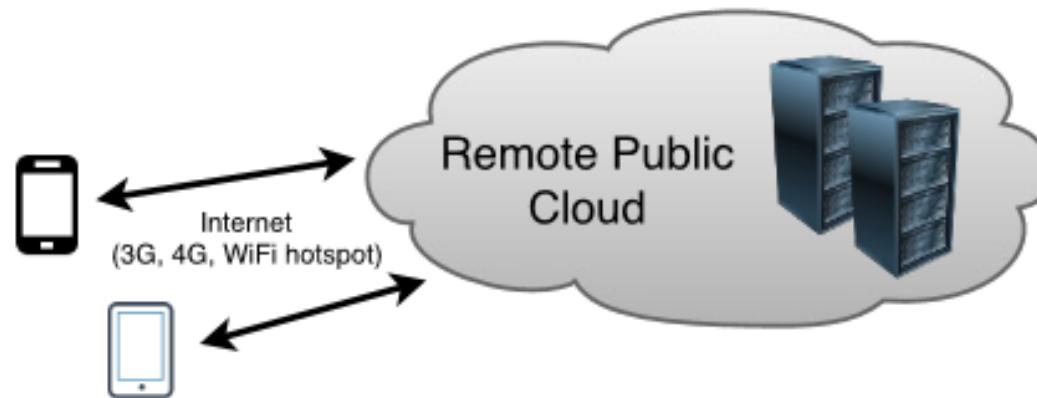


Por que?

- Melhorar o desempenho das aplicações
- Reduzir o consumo de energia do dispositivo móvel
- Outros motivos. Por exemplo:
 - Estender recursos de armazenamento do dispositivo móvel
 - Compartilhar recursos

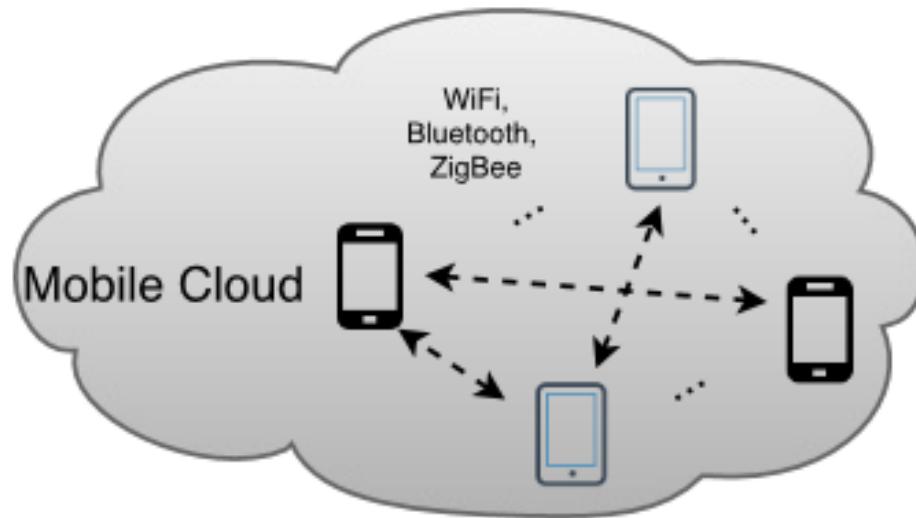
Onde? (1/4)

- Nuvem Pública



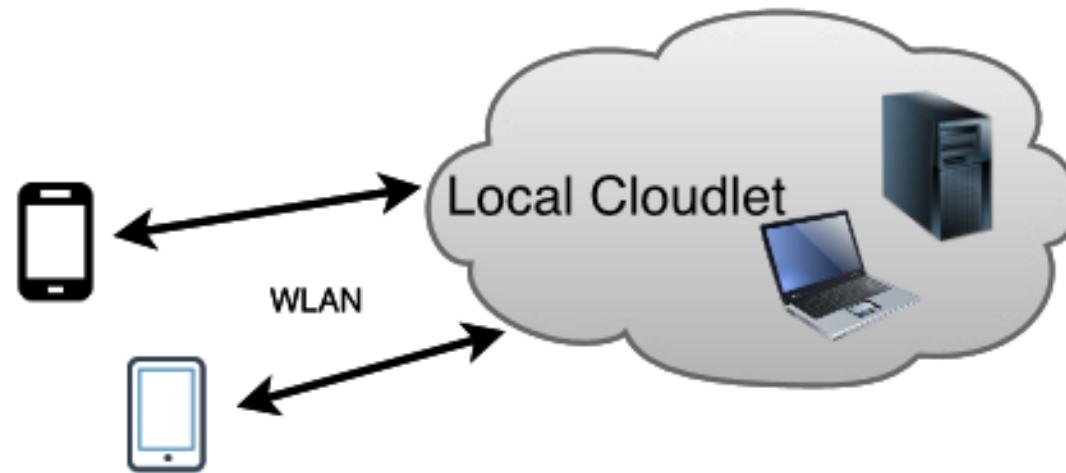
Onde? (2/4)

- Outro Dispositivo Móvel



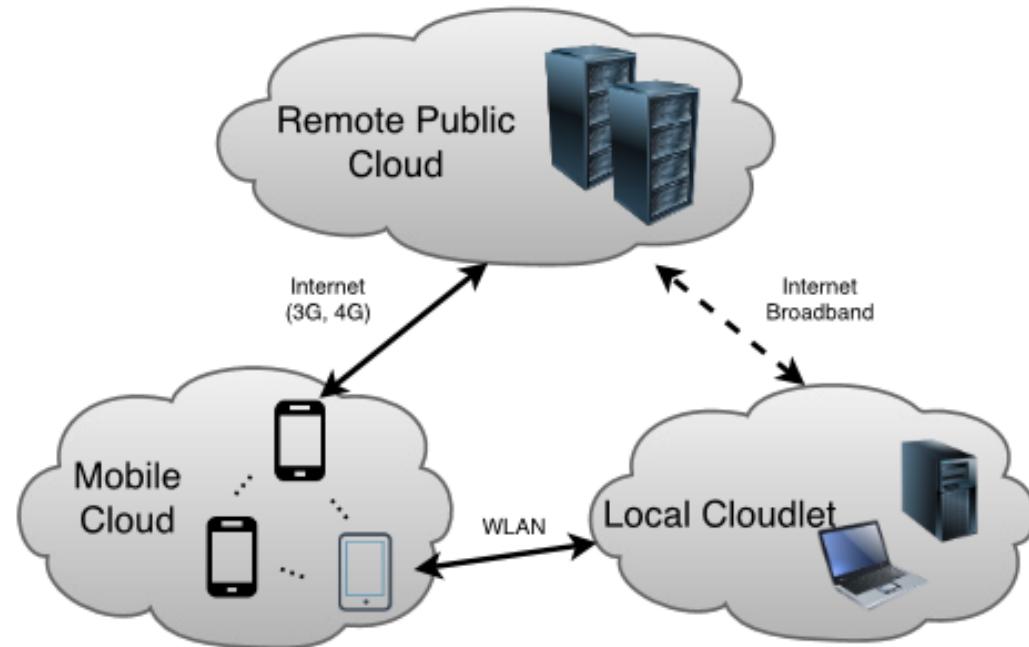
Onde? (3/4)

- Cloudlet



Onde? (4/4)

- Ambiente Híbrido



Do que?

- Métodos
- Componentes
- Threads
- Aplicação Inteira

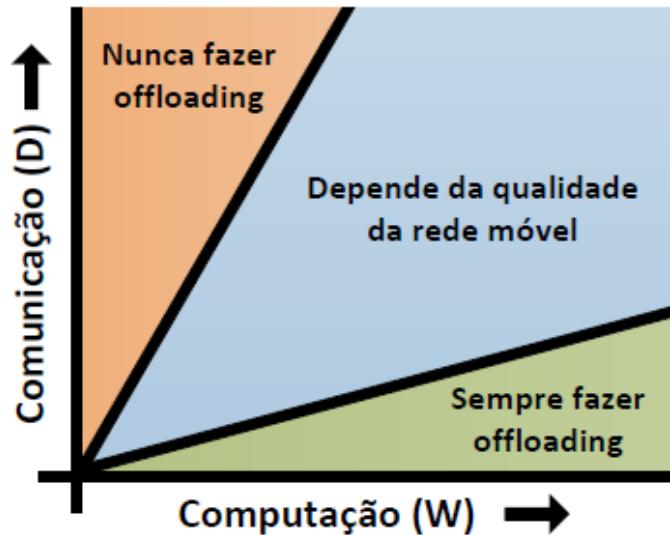
Quando?

- Talvez o problema mais estudado...
 - Resposta mais óvia: quando vantajoso
- Ex: Tomando desempenho como métrica de decisão...

$$\frac{W}{P_m} > \frac{D_u}{T_u} + \frac{W}{P_c} + \frac{D_d}{T_d}$$

Kumar, K., Liu, J., Lu, Y.-H., and Bhargava, B. A survey of computation offloading for mobile systems. *Mobile Networks and Applications*, 2013.

Quando?



Trade-off de quando fazer offloading para melhorar o desempenho.

Kumar, K., Liu, J., Lu, Y.-H., and Bhargava, B. A survey of computation offloading for mobile systems. *Mobile Networks and Applications*, 2013.

Quando?

- Outra Classificação:
- Quando fazer offloading?
 - Offloading Estático
 - SEMPRE tenta fazer offloading
- Offloading Dinâmico
 - Faz offloading QUANDO VALE A PENA

Como?

- Várias soluções têm sido propostas nos últimos anos. E além de variar com relação a Onde, Quando, O que, e Por que fazer offloading, elas variam com relação à:
 - Utilização de Anotações
 - Localização do módulo de decisão
 - Características do módulo de decisão
 - Métricas usadas para tomada de decisão
 - Plataformas suportas
 - Mecanismo de descoberta

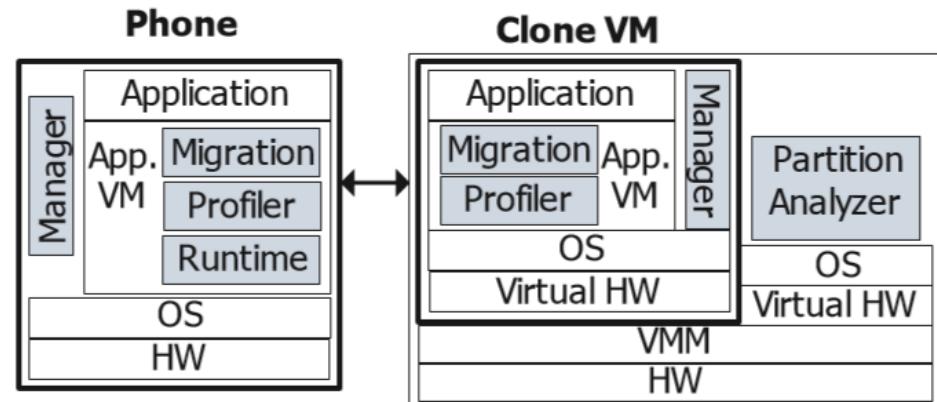
Algumas soluções

- Ao longo dos anos, diversas soluções tem sido propostas para lidar com MCC
 - Frameworks
 - Middleware
 - Plataformas de offloading

CloneCloud

- Máquina virtual do Android modificada para fazer offloading de threads
- Servidor remoto (clone do smartphone) executa na Nuvem ou Cloudlet
- Offloading dinâmico com o objetivo de melhorar o desempenho e economizar energia

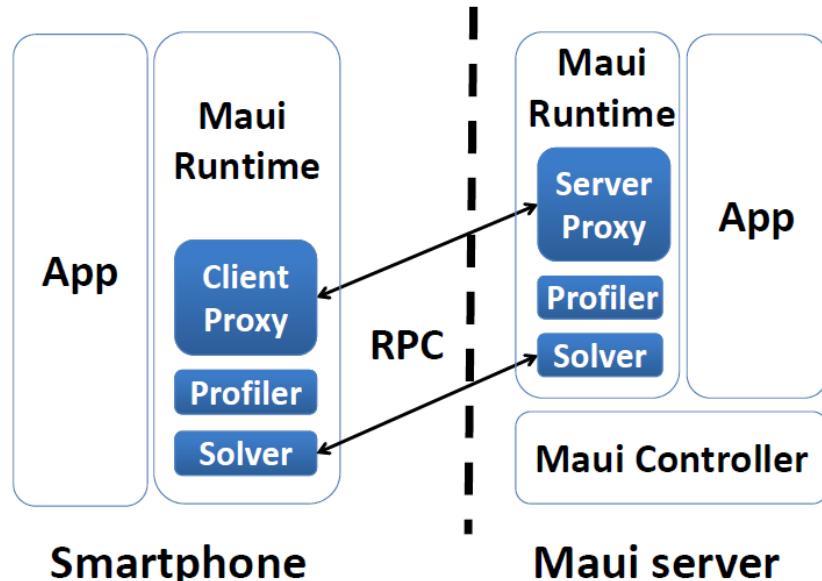
Chun, Byung-Gon, et al. "Clonecloud: elastic execution between mobile device and cloud." Proceedings of the sixth conference on Computer systems. ACM, 2011.



Maui

- Offloading dinâmico
- Foco em economia de energia
- Utiliza anotações
- Exclusivo para Windows Phone

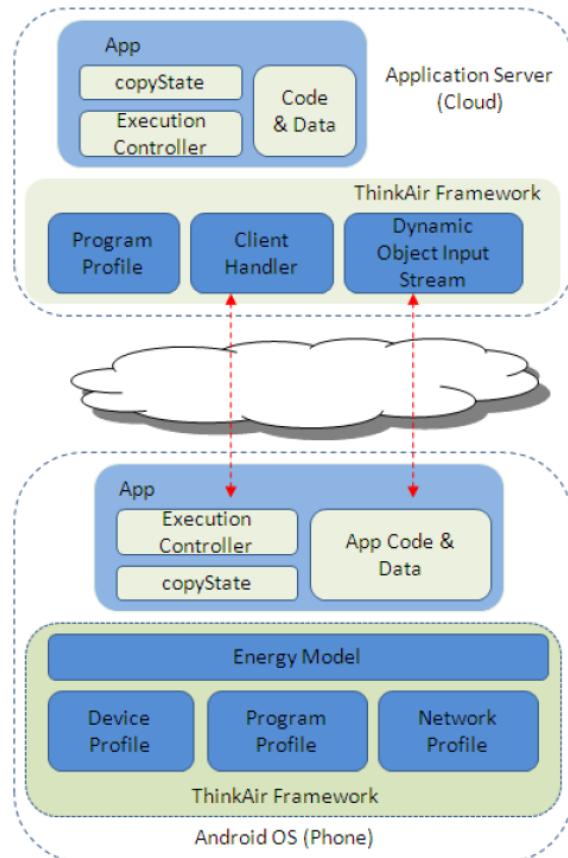
Cuervo, Eduardo, et al. "MAUI: making smartphones last longer with code offload." Proceedings of the 8th international conference on Mobile systems, applications, and services. ACM, 2010.



ThinkAir

- Offloading dinâmico
- Utiliza anotações
- Objetivos:
 - Economizar energia
 - Melhorar desempenho
 - Reduzir custo de utilização da nuvem
- Exclusivo para Android
- Tem componentes para fazer profiling de recursos do dispositivo, do aplicativo e da rede

Kosta, Sokol, et al. "Thinkair: Dynamic resource allocation and parallel execution in the cloud for mobile code offloading." Infocom, IEEE, 2012.

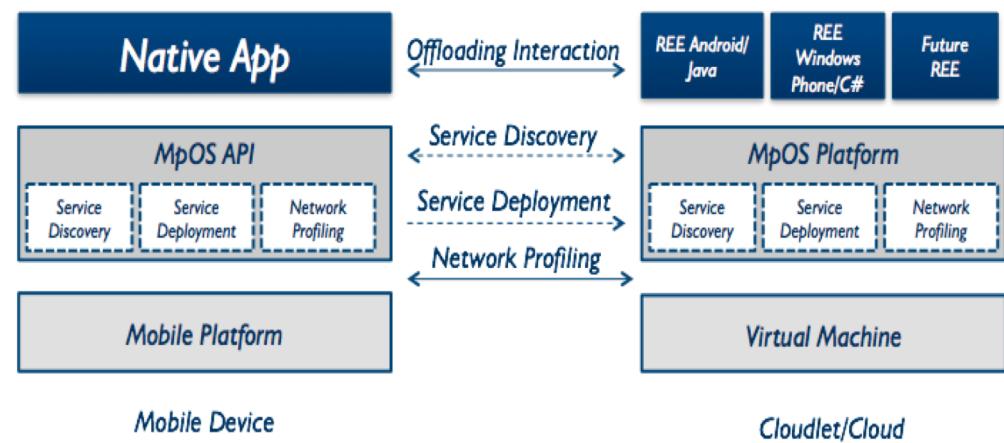


Multiplatform Offloading System (MpOS)

- Desenvolvido no GReat/UFC para Android e Windows Phone
 - Foca no ganho de desempenho
 - Offloading dinâmico
- Baseado em regras simples
- É possível fazer Estático
 - Faz profiling de rede
- Utiliza anotações
 - C# e Java

Costa, Philipp B., et al. "Mpos: A multiplatform offloading system." Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing. ACM, 2015.

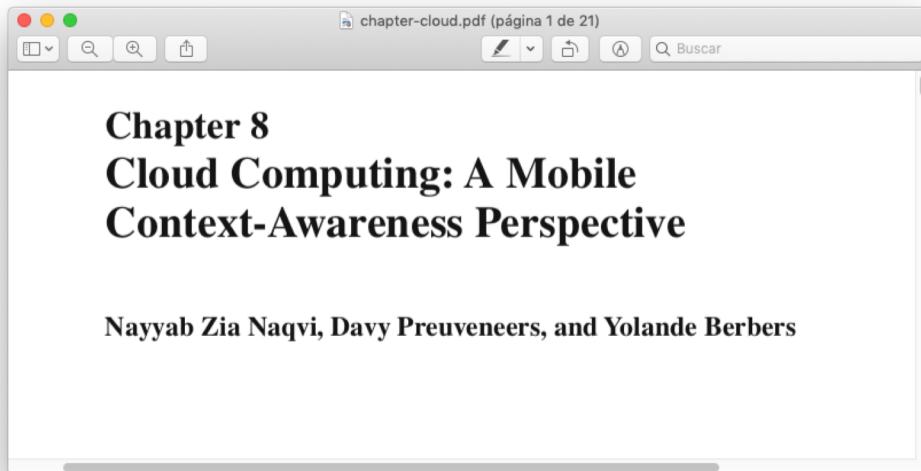
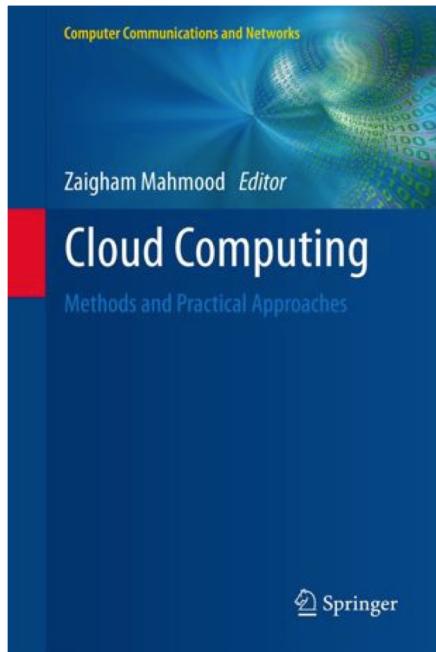
Rego, Paulo AL, et al. "Performing computation offloading on multiple platforms." Computer Communications. Elsevier, 2017.



Mas e a Computação Ubíqua



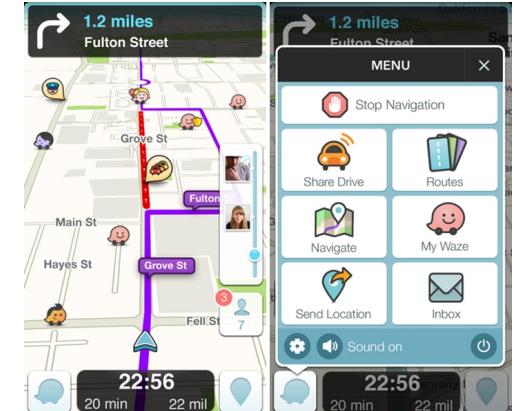
Uma visão interessante



Crowdsensing

- Cenário em que muitos dispositivos móveis podem capturar e computar dados contextuais. Com o compartilhamento colaborativo de tais dados, pode-se extrair informações e inferir processos de interesse comum.

Ra, Moo-Ryong, et al. "Medusa: A programming framework for crowd-sensing applications." 10th MobiSys. ACM, 2012.



Healthcare and Well-being

- Com o aumento da presença de microsensores, inclusive em smartphones, é possível fazer inferências sobre a posição e atividades executadas pelos usuários (e.g., se a pessoa está em pé, deitada, correndo, andando).
- O reconhecimento de tais atividades depende do monitoramento e análise de dados contextuais (e.g., batimento cardíaco, nível de respiração).



iCare health Monitor:
<http://icarefit.com>



Nike+ app:
https://www.nike.com/us/en_us/c/nike-plus/nike-app

Augmented Reality



Pokemon Go: <http://www.pokemongo.com/>



Dinosaur 4D+ Cards app:
<https://www.octagonstudio.com/4d>

Tendências e Desafios de Pesquisa

- Custos para transferência de dados brutos para o processamento de inferências em serviços de nuvem.
- Alta latência na comunicação entre dispositivos móveis e a nuvem.
- Segurança e privacidade.
- Consumo de energia.
- Disponibilidade de infraestruturas de MCC em larga escala.
- Falta de “killer applications”
- Deep learning e processamento de vídeo são fortes candidatos