

# **Análise de arquiteturas de microsserviços empregados a jogos MMORPG voltada à otimização do uso de recursos computacionais**

Orientado:  
Marlon Henry Schweigert

Orientador:  
Charles Christian Miers



# OBJETIVO

- Analisar o consumo de recursos das arquiteturas de microsserviços Rudy, Salz e Willson para jogos MMORPG

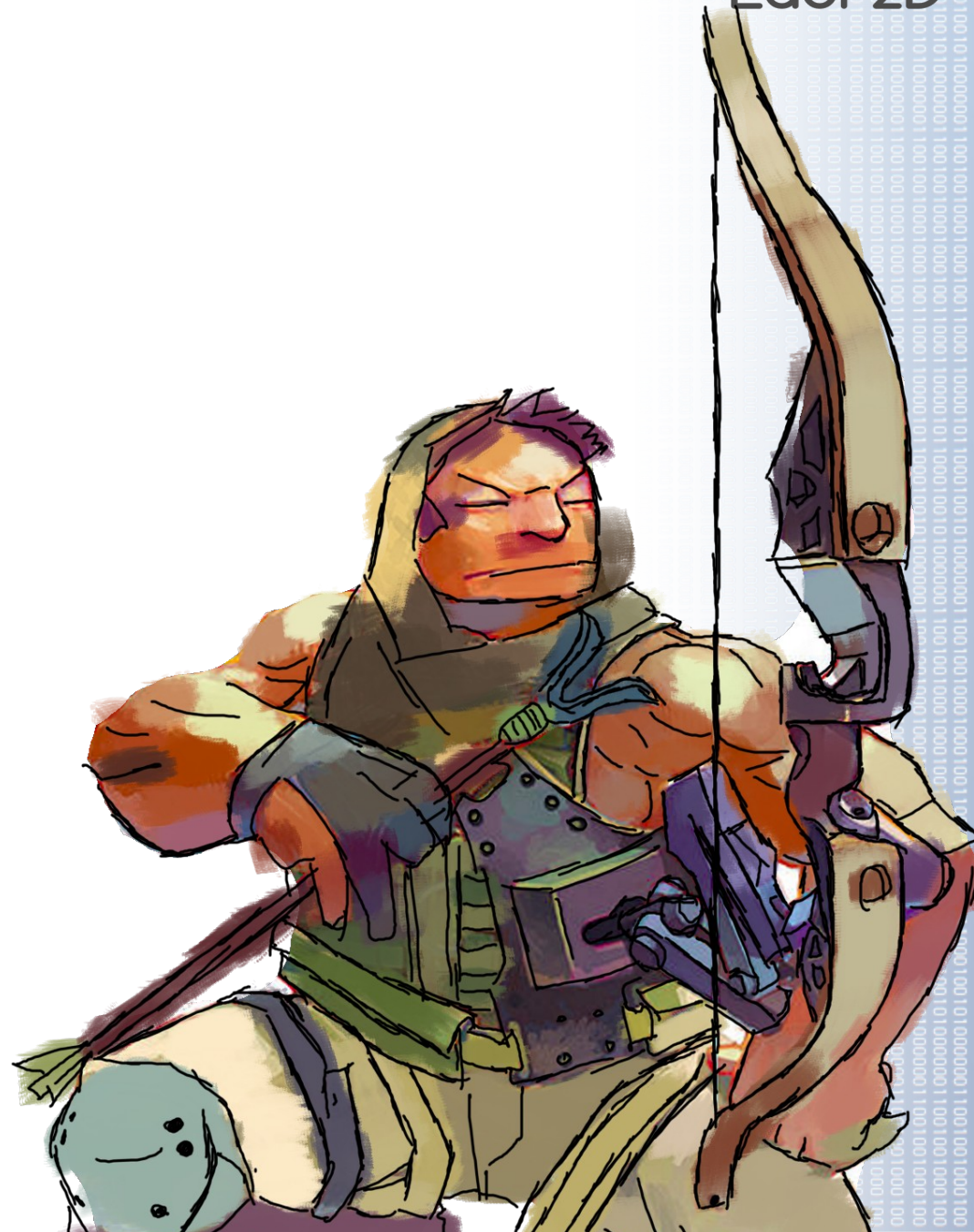
# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os protocolos utilizados nessas arquiteturas
- Identificar os microsserviços dessas arquiteturas
- Identificar e avaliar ferramentas de análise de métricas para armazenar valores dos testes
- Analisar o comportamento das arquiteturas aplicadas



# ROTEIRO

- Contexto
- Plano de Testes
- Resultados
- Considerações





# CONTEXTO

Exemplo de Cliente MMORPG (Sandbox-Interactive Albion)



# CONTEXTO

Arquiteturas encontradas:

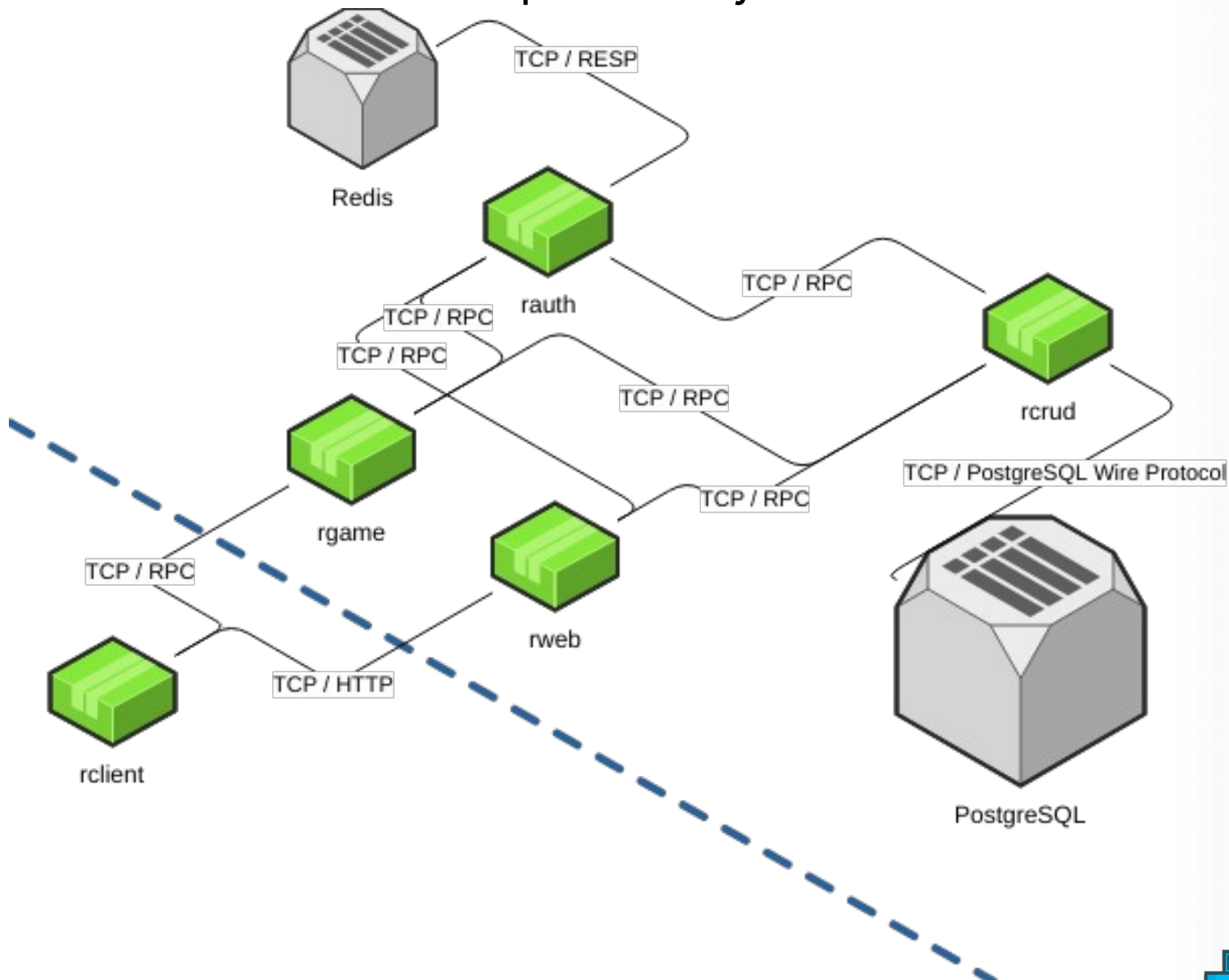
- Rudy
- Salz
- Willson





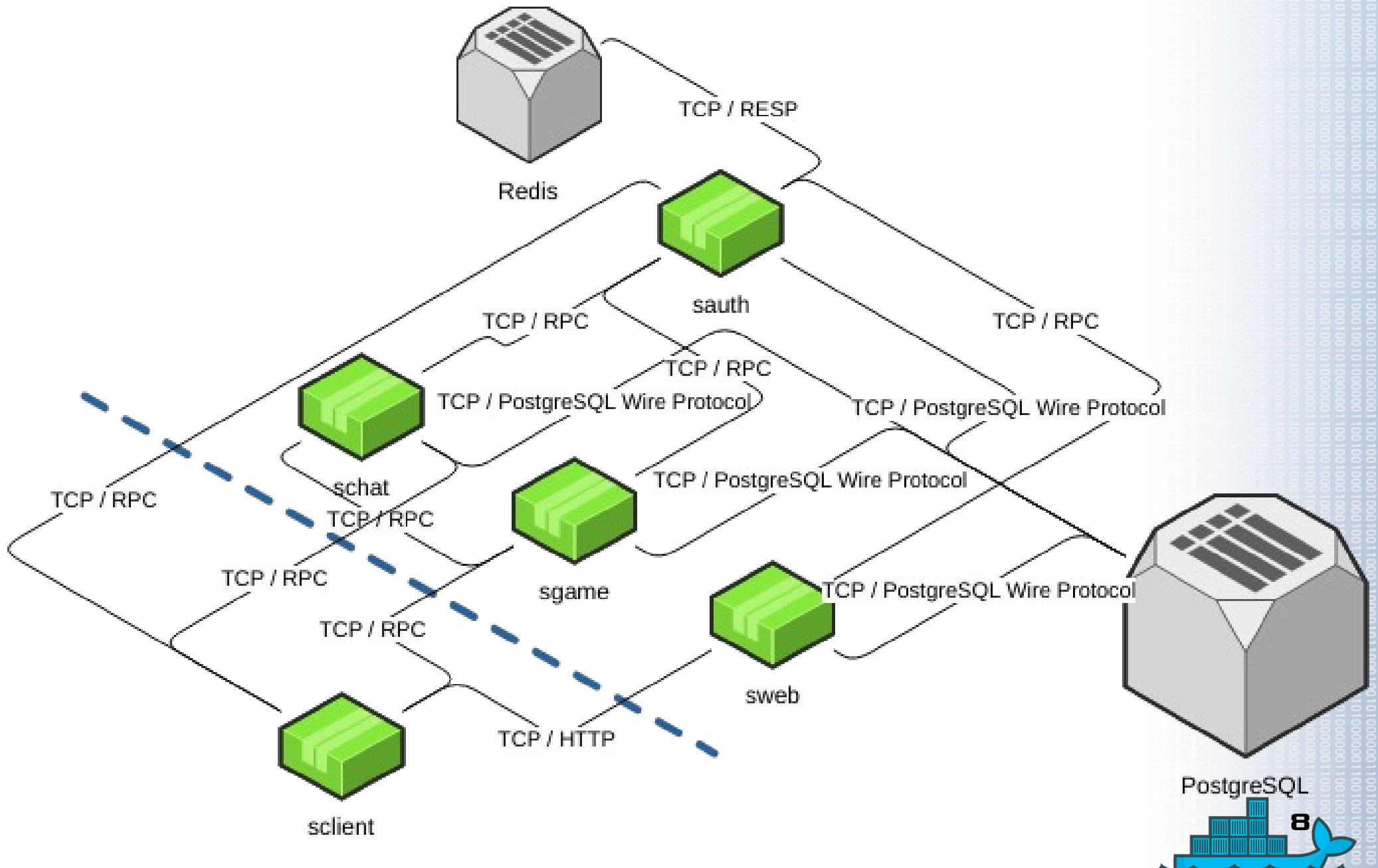
# CONTEXTO

## Arquitetura Rudy



# CONTEXTO

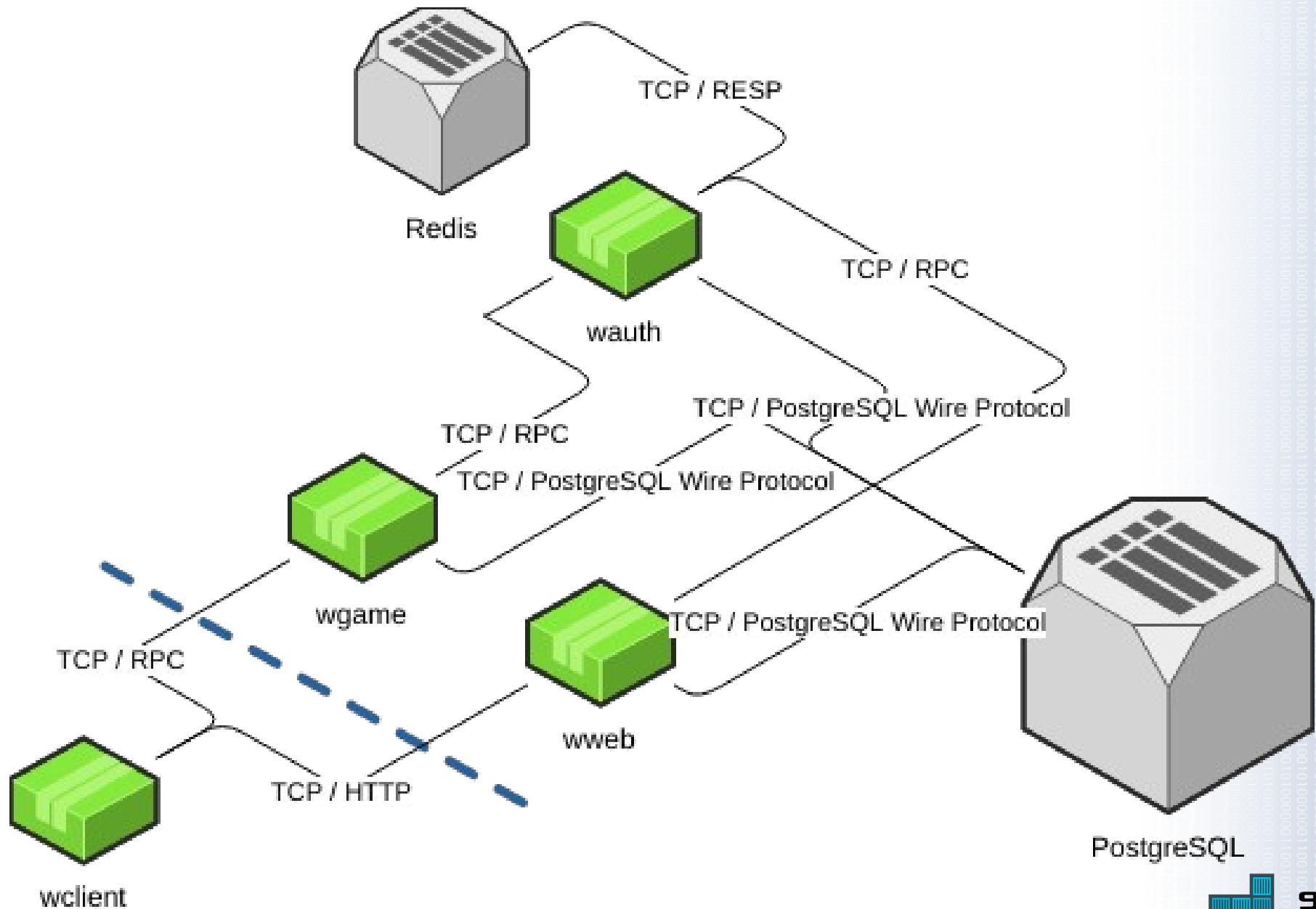
## Arquitetura Salz





# CONTEXTO

Arquitetura Willson



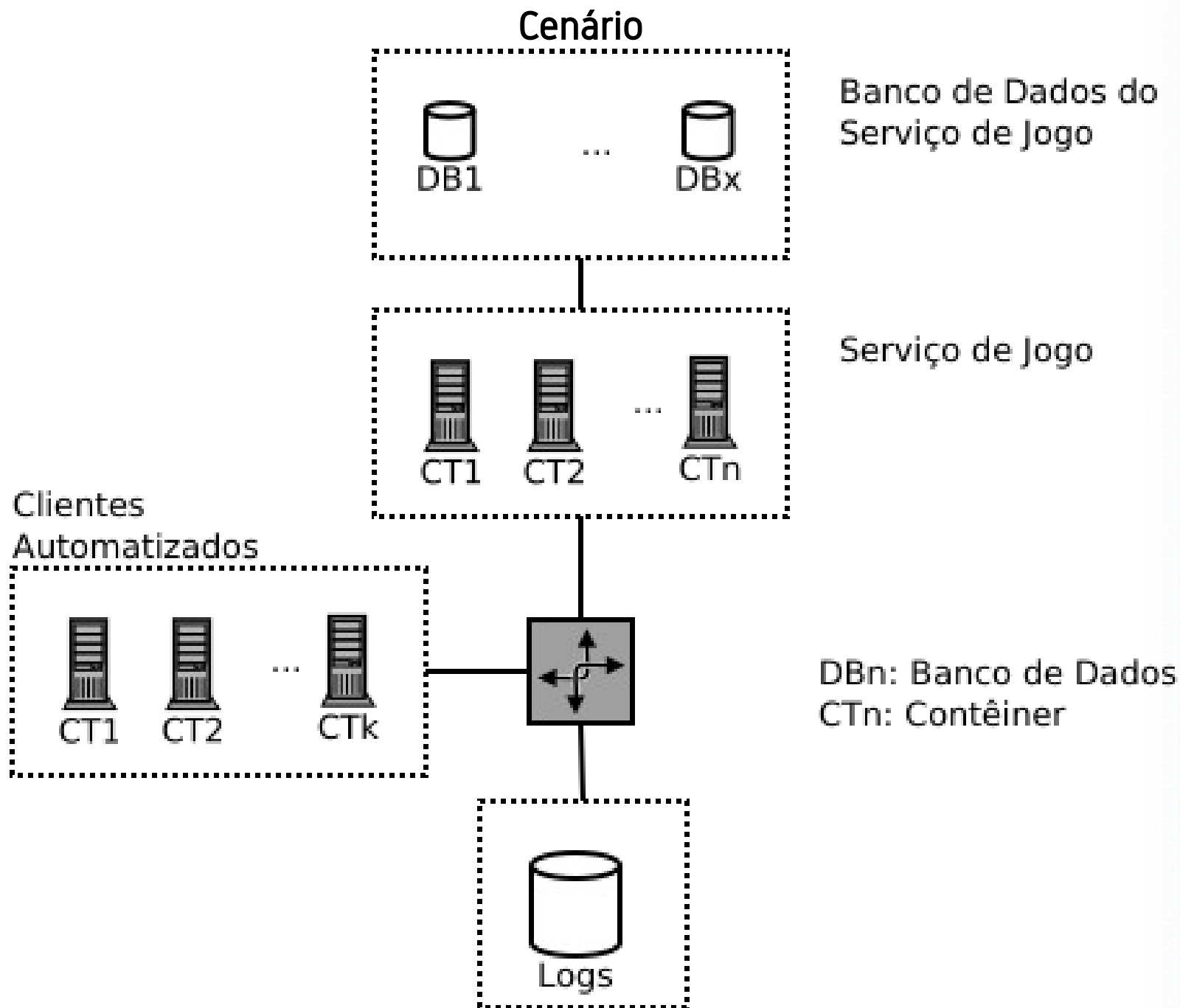
# PLANO DE TESTES

Cenário



- Cenário
  - Cliente e serviço separados
  - Dados armazenados no serviço

# PLANO DE TESTES





# PLANO DE TESTES

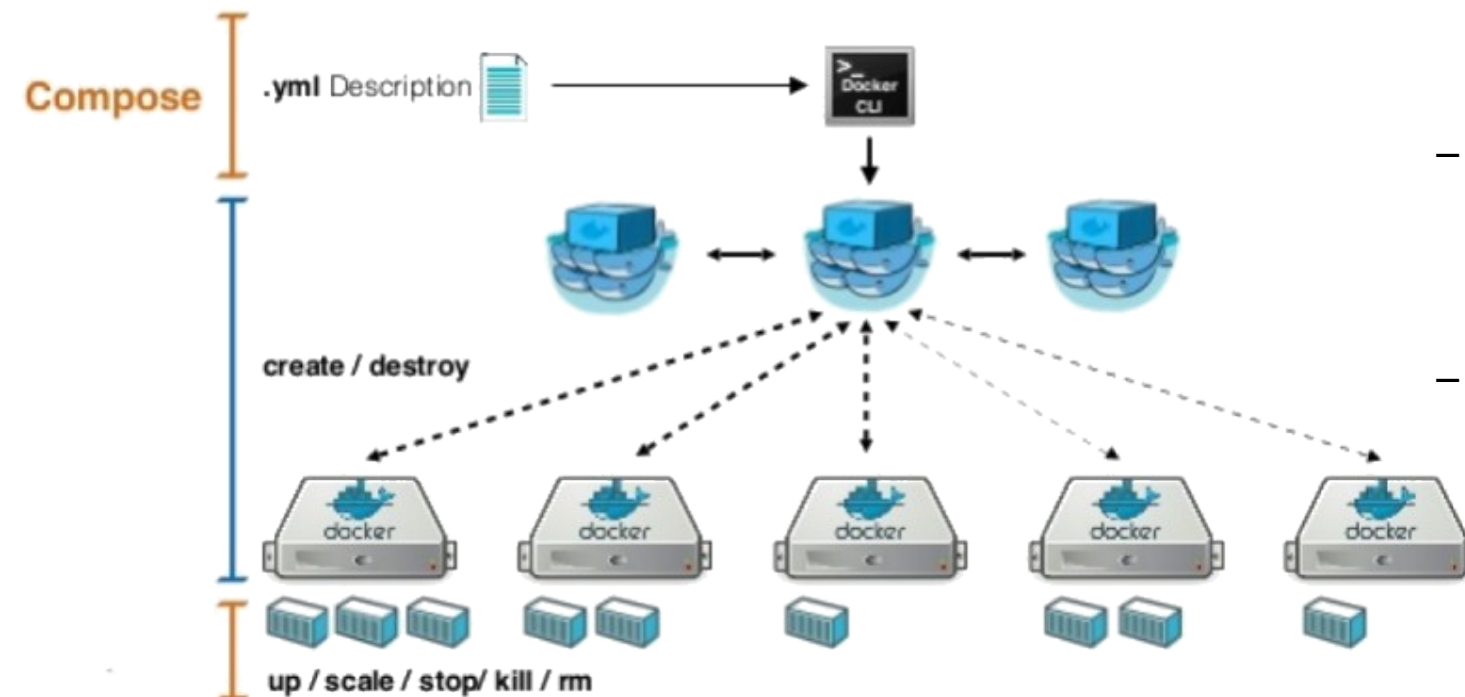
## Cenário

- Ambiente Físico:
  - Clientes
    - Docker Swarm
    - 9 Máquinas reais

- Ambiente Físico:
  - Clientes
    - Docker Swarm
    - 9 Máquinas reais

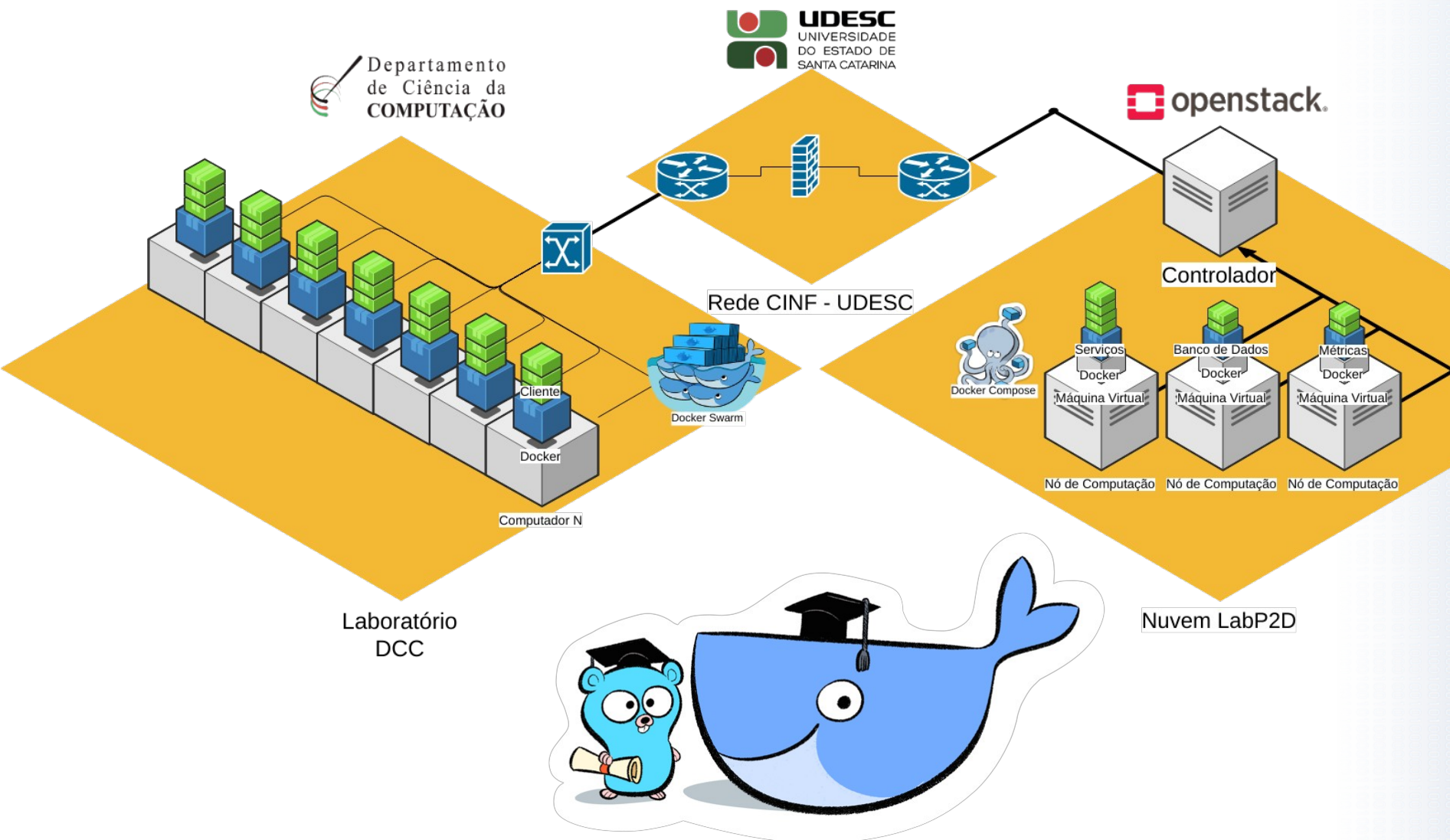
- Ambiente Virtual:
  - Serviço de Jogo
    - Docker Compose
    - 1 Máquina Virtual
  - Banco de Dados
    - Docker Compose
    - 1 Máquina Virtual
  - Dados de Monitoramento
    - Docker Compose
    - 1 Máquina Virtual

## Swarm



# PLANO DE TESTES

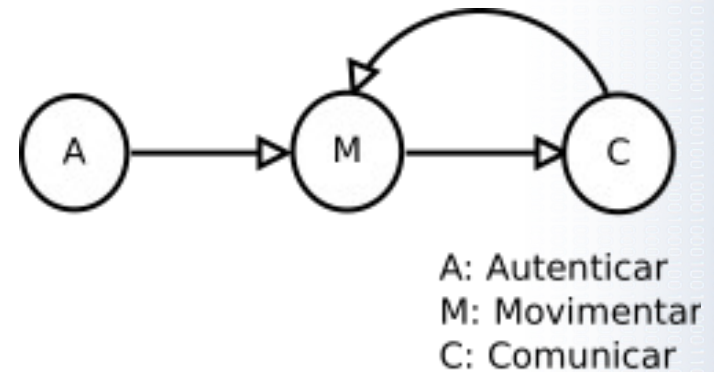
Ambiente de experimentação



# PLANO DE TESTES

Automatização de Clientes

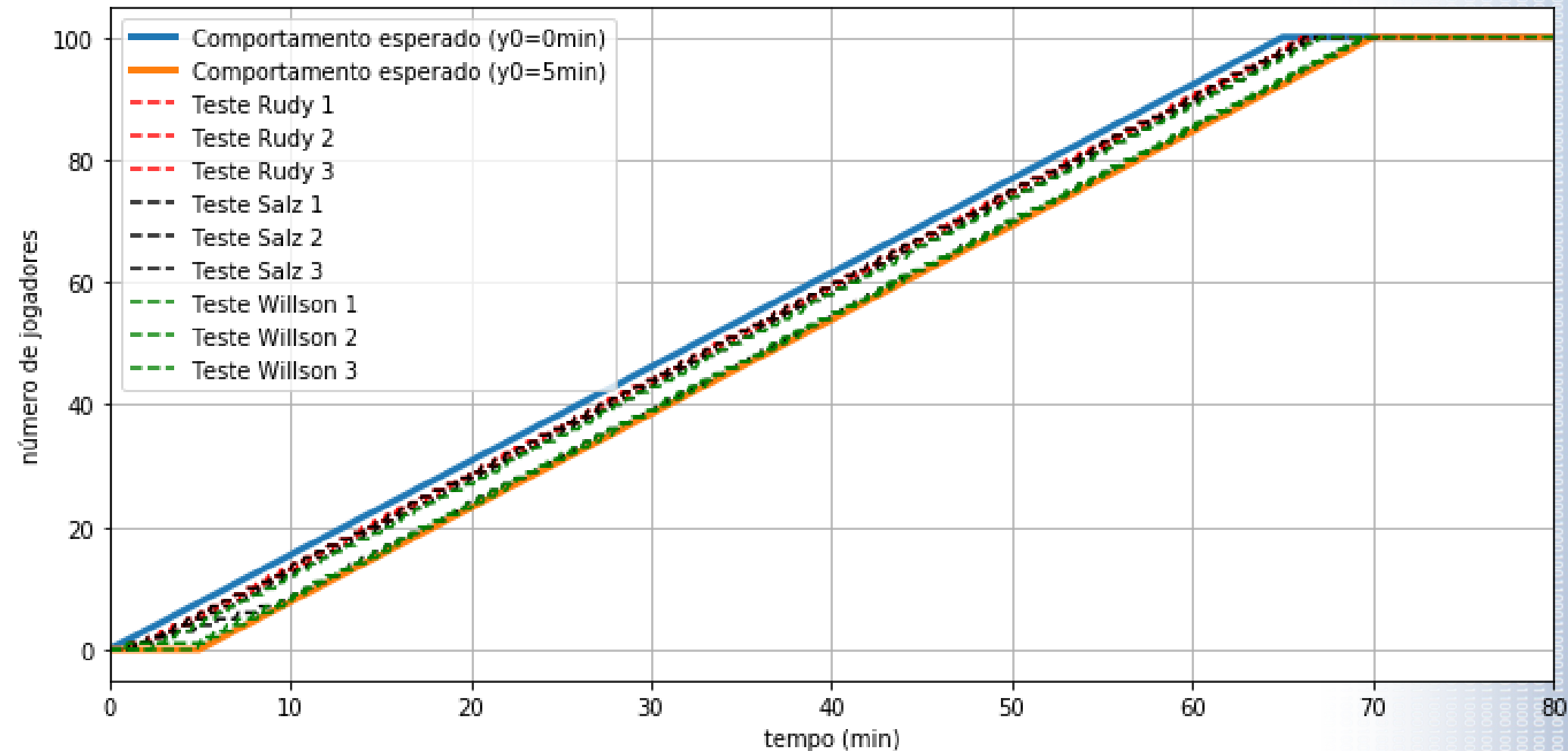
- Criar Conta
- Criar Personagem
- Autenticar
  - Movimentar
  - Comunicar





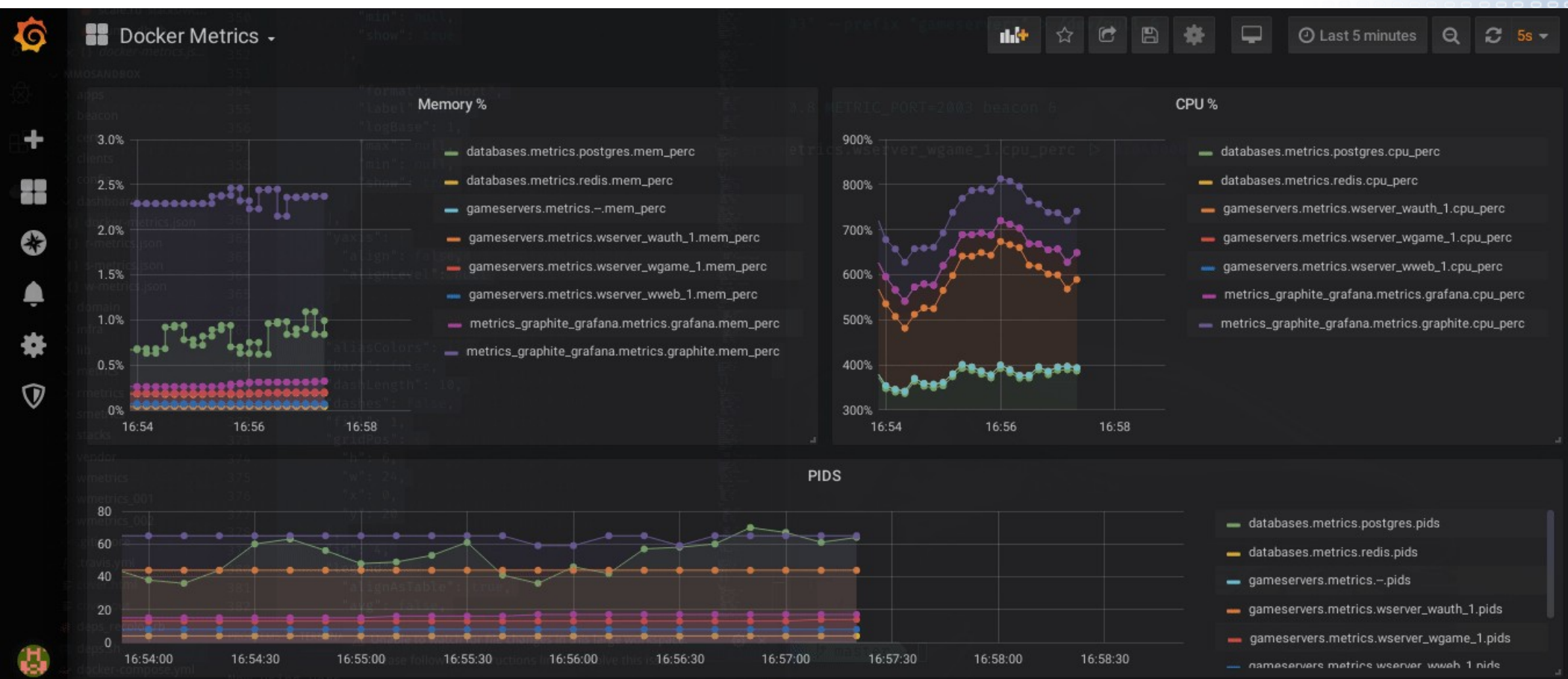
# PLANO DE TESTES

## Comportamento dos experimentos



# PLANO DE TESTES

Comportamento dos experimentos

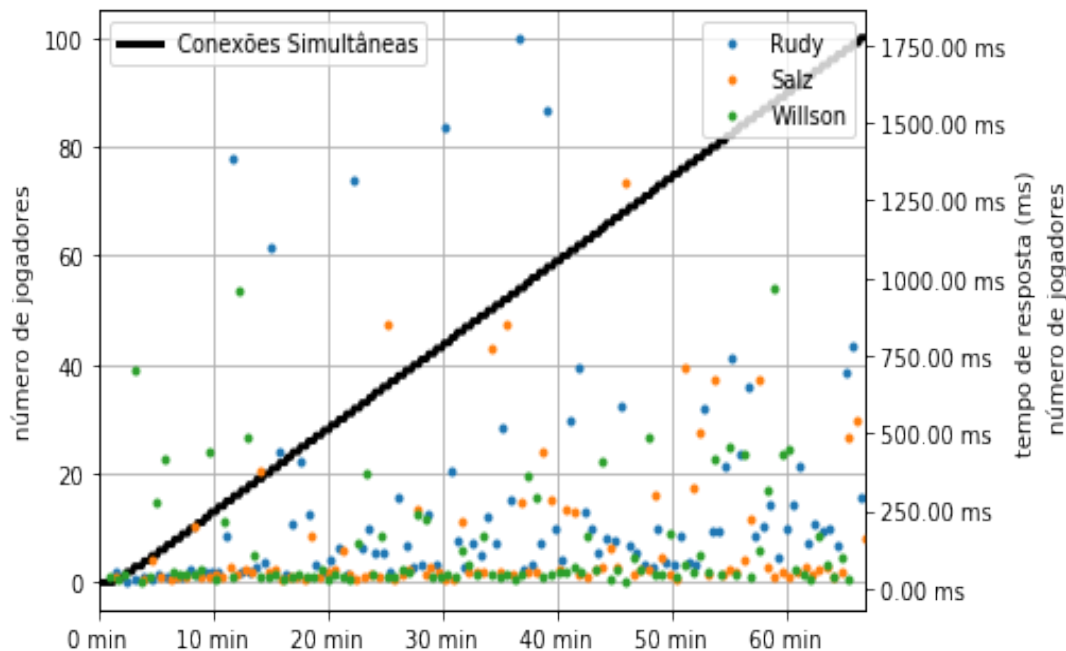


# EXPERIMENTOS

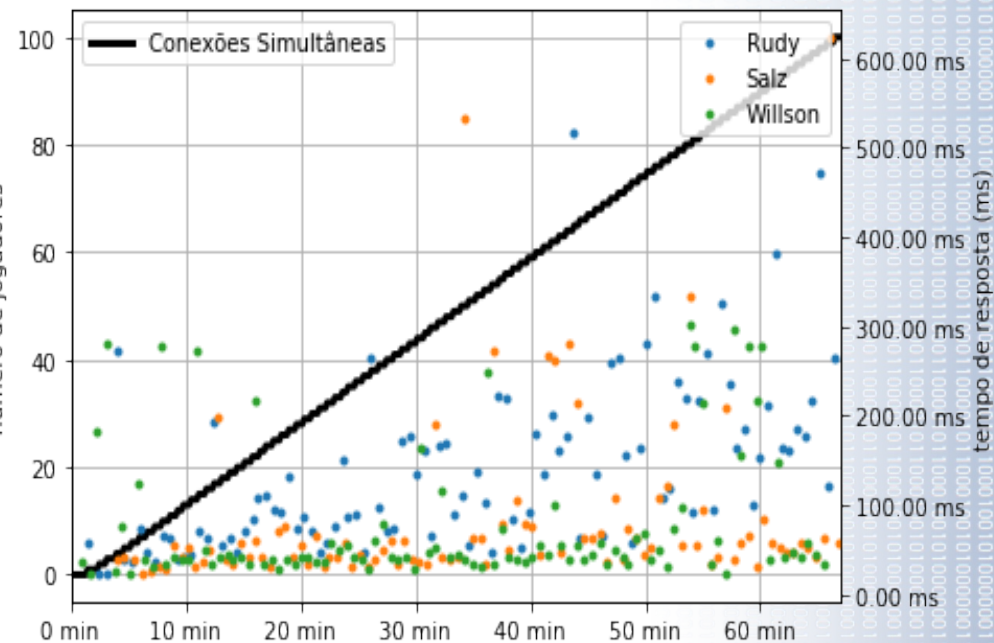
## Tempo de Resposta: Operações Web

Arquitetura	Média Criar Conta	Média Criar Personagem
Rudy	263,09 ms	135,42 ms
Salz	152,53 ms	82,48 ms
Willson	135,98 ms	73,66 ms

CRIAR CONTA



CRIAR PERSONAGEM



$$\overline{OperaçõesWeb}_w < \overline{OperaçõesWeb}_s < \overline{OperaçõesWeb}_r$$



# EXPERIMENTOS

Tempo de Resposta: Operação Sessão

## MÉDIA POR QUADRANTE

Arquitetura	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
Rudy	18,6 ms	45,4 ms	86,92 ms	113,24 ms
Salz	20,88 ms	52,38 ms	70,88 ms	57,04 ms
Willson	15,68 ms	40,48 ms	55,04 ms	55,48 ms

## VARIÂNCIA POR QUADRANTE

Arquitetura	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
Rudy	205,92	477,60	2785,59	4801,06
Salz	865,47	1138,57	4091,28	5192,71
Willson	247,58	960,09	2307,08	3740,09

$$\overline{Sessão}_s \leq \overline{Sessão}_w < \overline{Sessão}_r$$

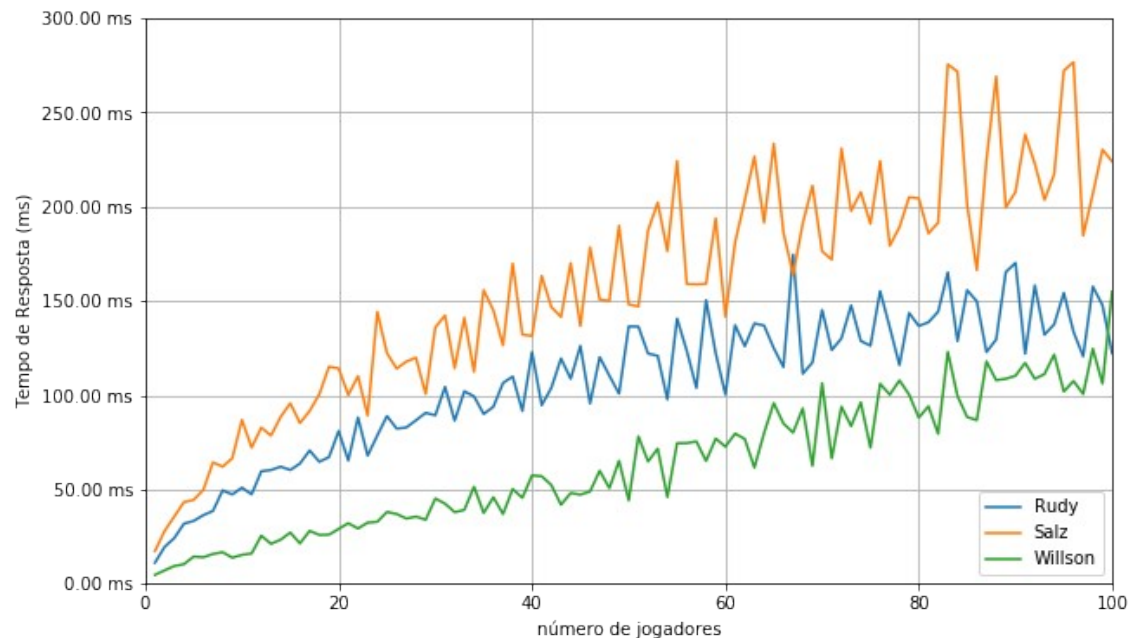
# EXPERIMENTOS

## Tempo de Resposta: Operações do Mundo

### INSTANCIAR PERSONAGEM MÉDIA POR QUADRANTE

Arquitetura	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
Rudy	25,00 ms	59,12 ms	123,00 ms	143,56 ms
Salz	56,92 ms	107,00 ms	138,29 ms	202,12 ms
Willson	24,64 ms	42,24 ms	86,72 ms	118,56 ms

### MOVER PERSONAGEM MÉDIA POR JOGADOR

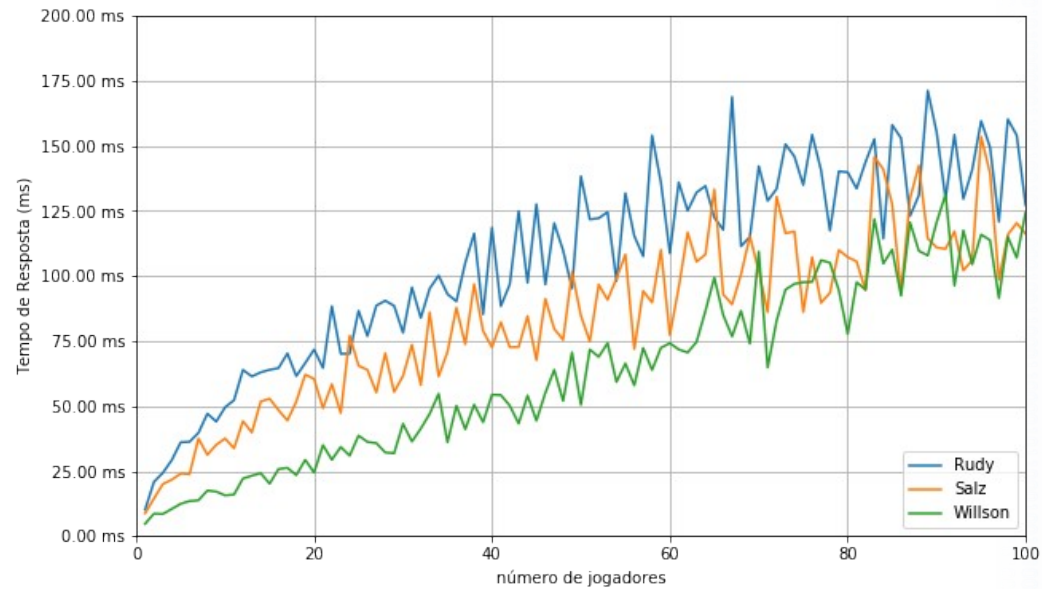


$$\overline{OperaçõesDoMundo}_w < \overline{OperaçõesDoMundo}_r < \overline{OperaçõesDoMundo}_s$$

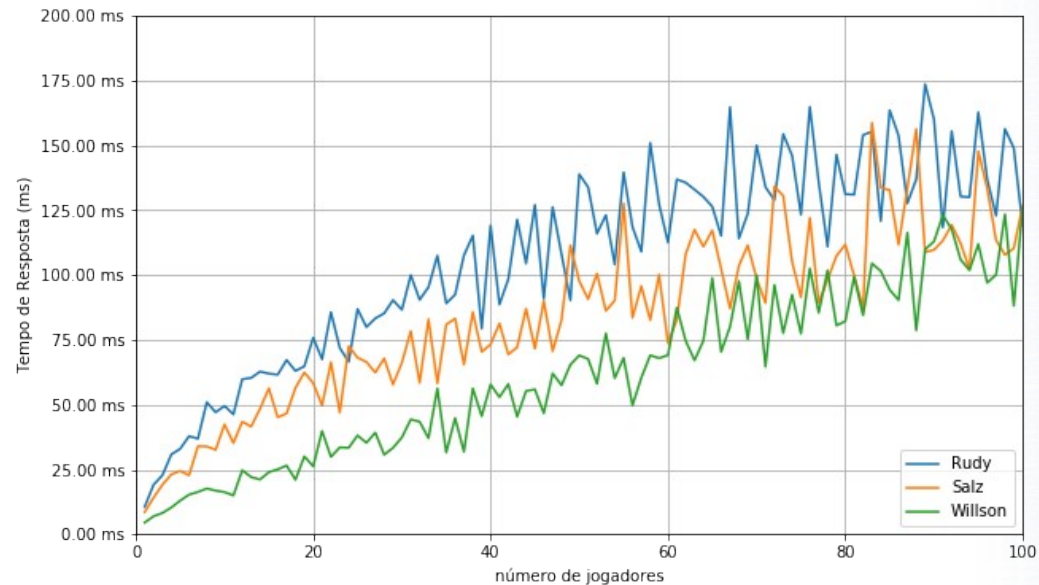
# EXPERIMENTOS

## Tempo de Resposta: Operações de Chat

ENVIAR MENSAGEM  
MÉDIA POR JOGADOR



RECEBER MENSAGEM  
MÉDIA POR JOGADOR



$$OperaçõesDoChat_w < OperaçõesDoChat_s < OperaçõesDoChat_r$$

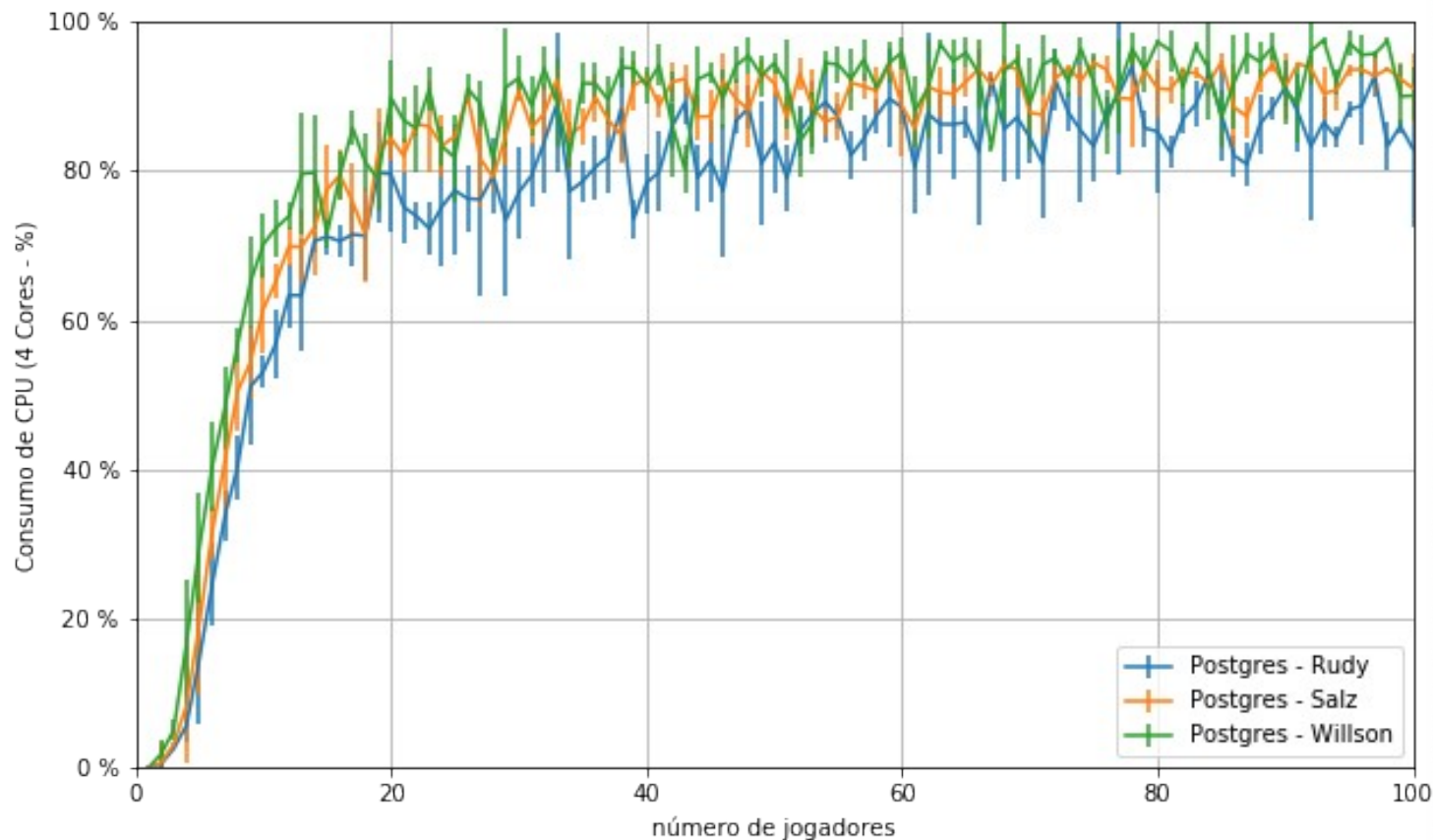


# EXPERIMENTOS

## Consumo de CPU – Banco de Dados

### MÉDIA POR QUADRANTE (4 CORES)

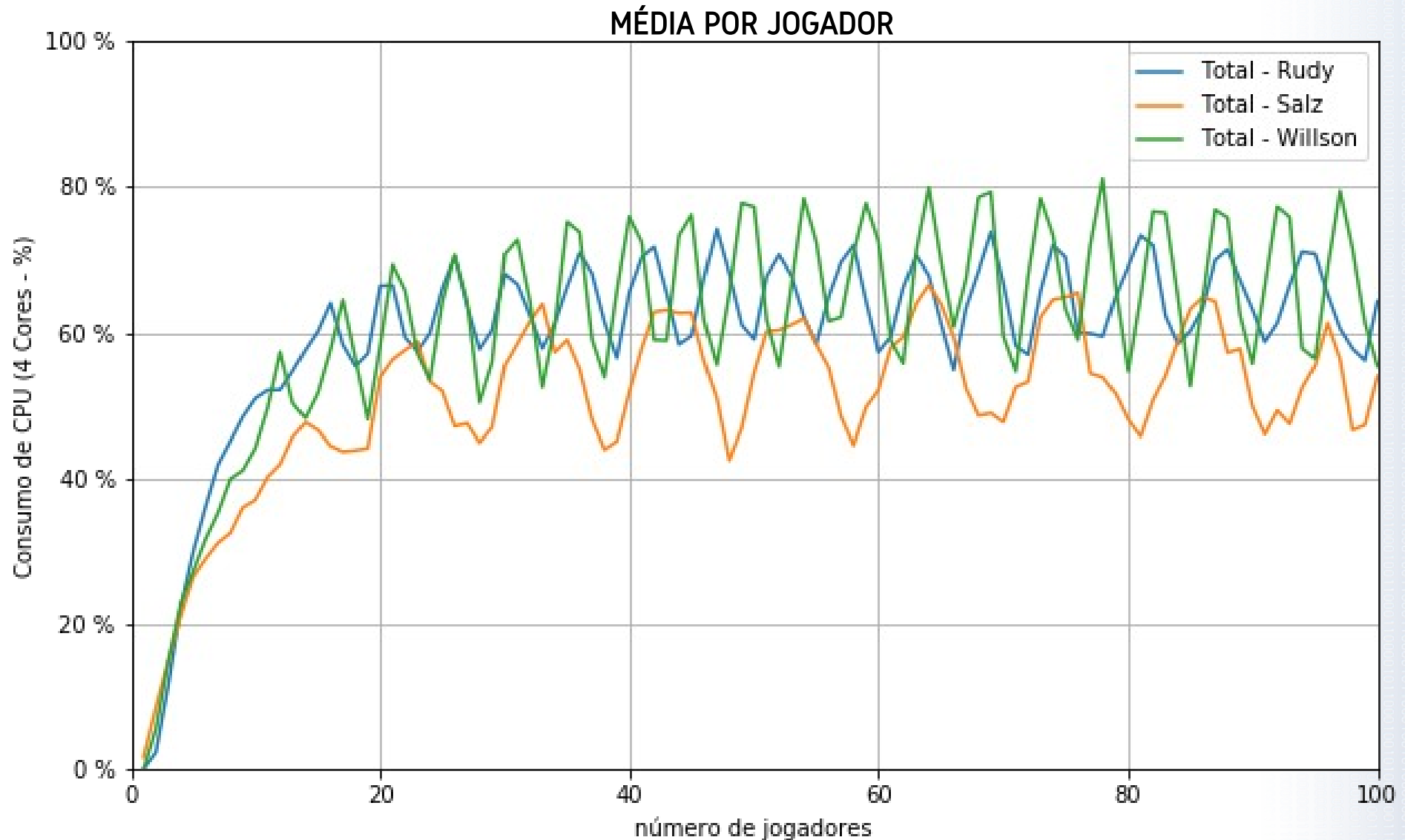
Arquitetura	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
Rudy	50,60 %	80,66 %	85,61 %	86,94 %
Salz	53,10 %	88,04 %	90,77 %	92,07 %
Willson	58,15 %	89,86 %	92,50 %	93,48 %



$$\overline{CpuDB_r} < \overline{CpuDB_s} < \overline{CpuDB_w}$$

# EXPERIMENTOS

## Consumo de CPU – Microsserviços

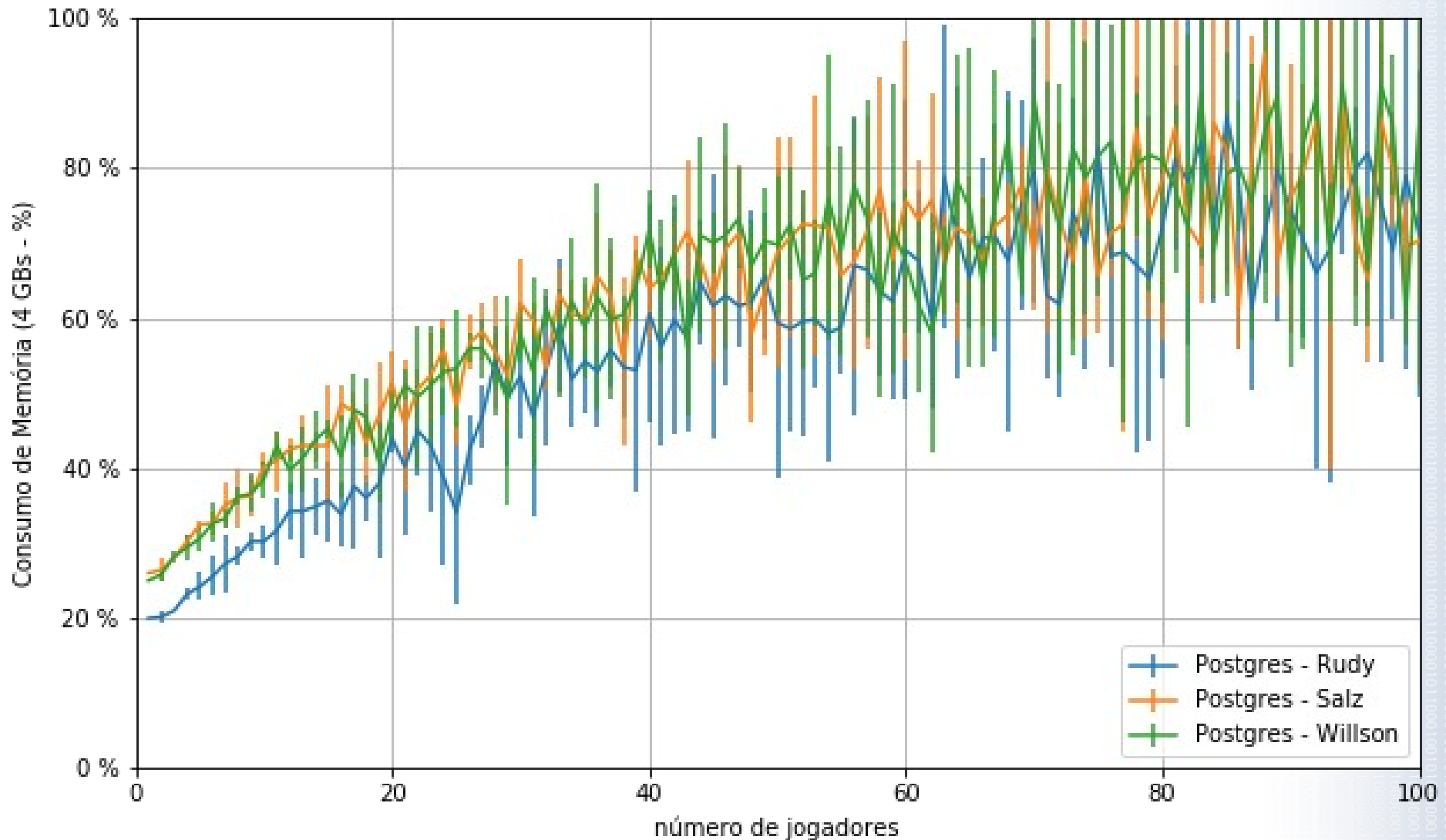


$$\overline{CpuMicrosserviços}_s < \overline{CpuMicrosserviços}_r < \overline{CpuMicrosserviços}_w$$

# EXPERIMENTOS

## Consumo de Memória – Banco de Dados

MÉDIA POR JOGADOR COM TAXA DE ERROS



$$\overline{MemDB_r} < \overline{MemDB_s} \approx \overline{MemDB_w}$$



# EXPERIMENTOS

## Consumo de Memória – Microserviços

### MÉDIA POR QUADRANTE (8GB)

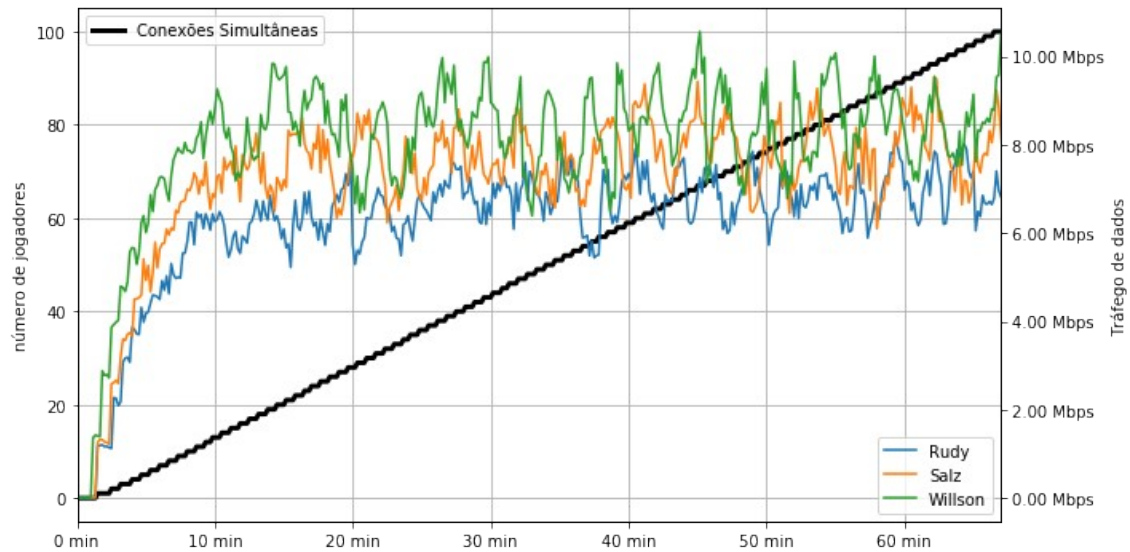
Arquitetura	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
Rudy	33 %	41 %	49 %	53 %
Salz	34 %	41 %	51 %	60 %
Willson	26 %	31 %	39 %	47 %

$$\overline{MemMicroserviços}_w < \overline{MemMicroserviços}_r < \overline{MemMicroserviços}_s$$

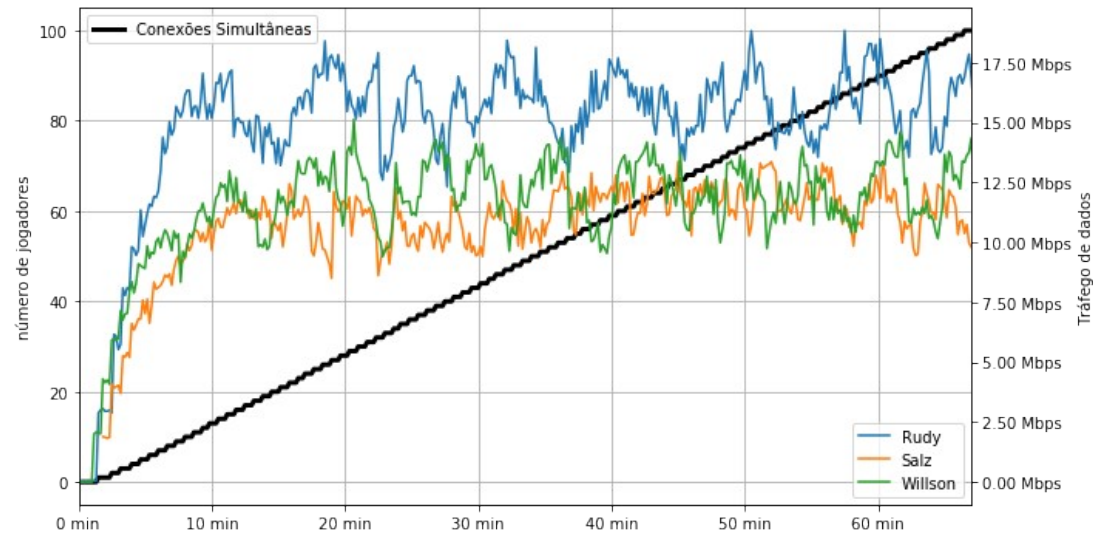
# EXPERIMENTOS

## Entrada de Rede

BANCO DE DADOS  
MÉDIA POR JOGADOR



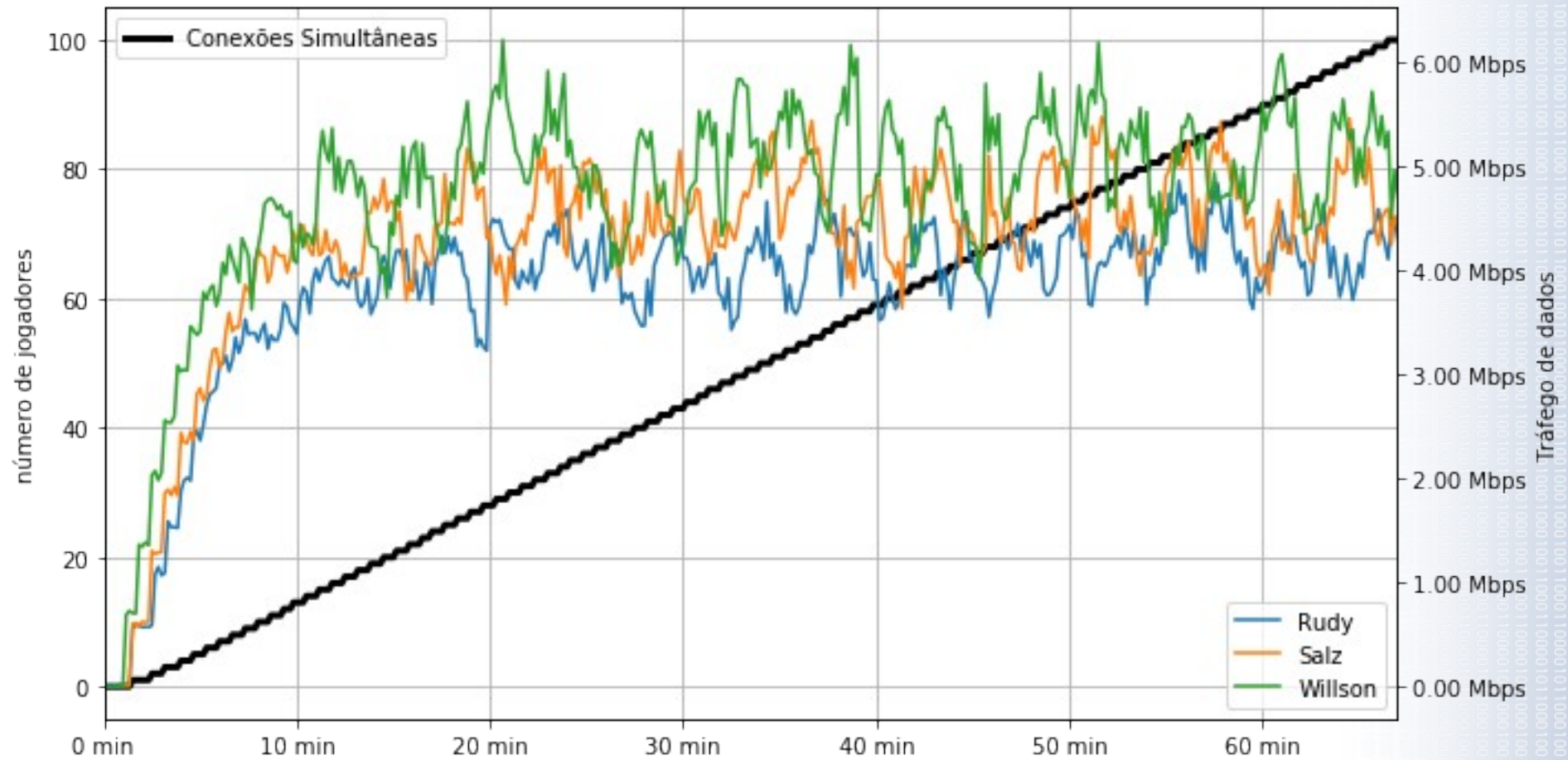
MICROSSERVIÇOS  
MÉDIA POR JOGADOR



$$\overline{Entrada}_r < \overline{Entrada}_s < \overline{Entrada}_w$$

# EXPERIMENTOS

## Saída de Rede – Banco de Dados

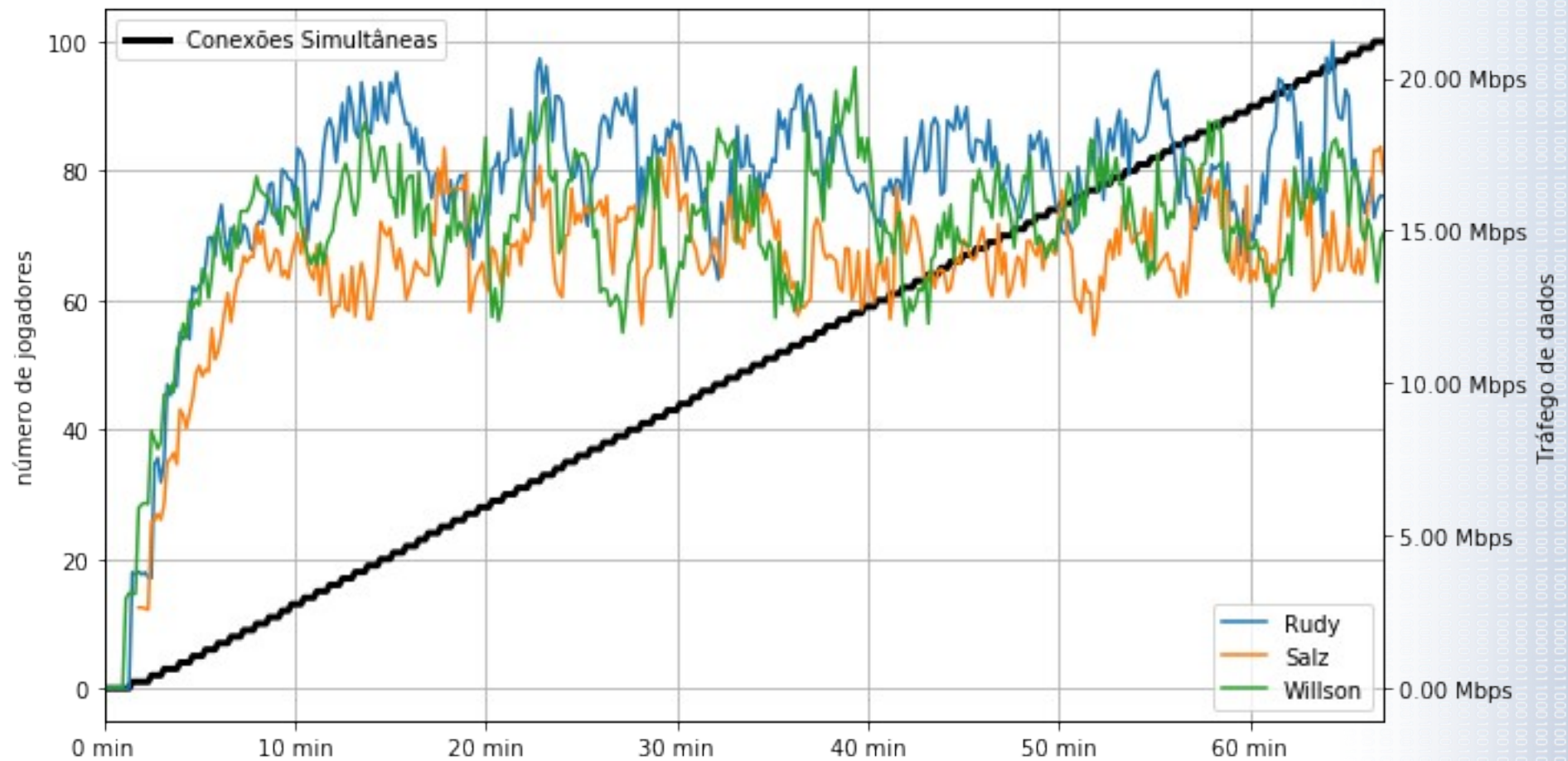


$$\overline{Saída_r} < \overline{Saída_s} < \overline{Saída_w}$$



# EXPERIMENTOS

## Saída de Rede – Microsserviços



$$\overline{Saída_s} < \overline{Saída_w} < \overline{Saída_r}$$

# EXPERIMENTOS

## Resultados Unificados



Critério		Rudy	Salz	Willson	Otimizado
Tempo De Resposta	Op. Web	Maior	Médio	Menor	<i>Willson</i>
	Op. Sessão	Maior	Menor	Médio	<i>Salz</i>
	Op. Mundo	Médio	Maior	Menor	<i>Willson</i>
	Op. Chat	Maior	Médio	Menor	<i>Willson</i>
Consumo de CPU	Banco de Dados	Menor	Médio	Maior	<i>Rudy</i>
	Microserviços	Médio	Menor	Maior	<i>Salz</i>
Consumo de Memória	Banco de Dados	Menor	Médio	Maior	<i>Rudy</i>
	Microserviços	Médio	Maior	Menor	<i>Willson</i>
Entrada de Rede		Menor	Médio	Maior	<i>Rudy</i>
Saída de Rede	Banco de Dados	Menor	Médio	Maior	<i>Rudy</i>
	Microserviços	Maior	Menor	Médio	<i>Salz</i>

# CONSIDERAÇÕES

## OBSERVAÇÕES

- Comportamentos validados
- Gargalos encontrados:
  - Rcrud, Schat e Sgame
    - Separação de domínios conflitantes
    - Armazenamento de dados
- Consumo de CPU
  - Número de microsserviços
- A melhor arquitetura depende da dinâmica do jogo prevista pelos desenvolvedores
  - Podem ser usados os dados deste trabalho (slide 28) para identificar a arquitetura com mais pontos otimizados



# CONSIDERAÇÕES

## DIFICULDADES & CONTRIBUIÇÕES

- Dificuldades:
  - Referências bibliográficas
  - Organização de código
  - Infraestrutura do ambiente
- Contribuições:
  - Dados base de referências
  - Análise referencial de consumo de memória, processador e rede nas arquiteturas Salz, Willson e Rudy

# CONSIDERAÇÕES

## TRABALHOS FUTUROS

- Predição do uso de recursos
- Análise do comportamento senoidal no consumo de CPU em serviços estressados dentro do ambiente Docker
- Análise do impacto na troca dos bancos de dados
- Analisar implantação e impacto do uso de JWT nos microsserviços
- Otimização dos protocolos de comunicação
- Análise dos dados capturados mas não analisados no atual trabalho
- Publicação de artigos com os resultados deste trabalho

# REFERÊNCIAS

- CLARKE-WILLSON, S. Guild Wars Microservices and 24/7 Uptime. 2017.
- HUANG, G.; YE, M.; CHENG, L. Modeling system performance in mmorpg. In: IEEE Global Telecommunications Conference Workshops, 2004. GlobeCom Workshops 2004. Northwestern University, USA: IEEE, 2004. v. 1, p. 512–518.
- RUDDY, M. Inside Tibia, The Technical Infrastructure of an MMORPG. 2011.
- SALZ, D. Albion Online - A Cross-Platform MMO (Unite Europe 2016, Amsterdam).
- SUZNJEVIC, M.; MATIJASEVIC, M. Towards reinterpretation of interaction complexity for load prediction in cloud-based mmorpgs. In: 2012 IEEE International Workshop on Haptic Audio Visual Environments and Games (HAVE 2012) Proceedings. Munich, Germany: IEEE, 2012. v. 1, n. 13171916, p. 148–149. ISSN 978-1-4673-1567-8.
- VILLAMIZAR, M. et al. Infrastructure cost comparison of running web applications in the cloud using aws lambda and monolithic and microservice architectures. In: 2016 16th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid). Cartagena, Colombia: IEEE, 2016. p. 179–182. ISSN 1863-2386.



# DÚVIDAS?

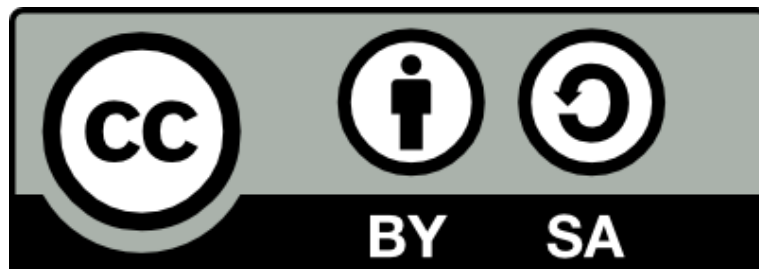


[marlon.schweigert@edu.udesc.br](mailto:marlon.schweigert@edu.udesc.br)

[marlon.henry@magrathealabs.com](mailto:marlon.henry@magrathealabs.com)

[marlon.schweigert@krakenlab.io](mailto:marlon.schweigert@krakenlab.io)

This work is under Creative Commons  
Attribution-ShareAlike 4.0 International  
License



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>