

SciCumulus para a Execução de Workflows Científicos em Ambientes de PAD

Kary Ocaña

karyann@lncc.br



Laboratório
Nacional de
Computação
Científica

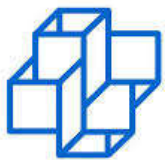
SciCumulus para a Execução de Workflows Científicos em Ambientes de PAD

Kary Ocaña

Daniel de Oliveira

Vítor Silva

Marta Mattoso



Laboratório
Nacional de
Computação
Científica



Instituto Alberto Luiz Coimbra de
Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

COPPE
UFRJ



PESCS
Programa de Engenharia
de Sistemas e Computação

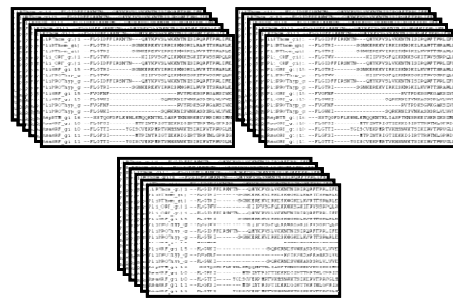


Instituto de
computação

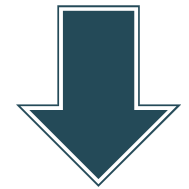
Cenário de *workflows* científicos com proveniência

A análise usa um encadeamento de programas que podem necessitar de PAD, e.g. nuvens

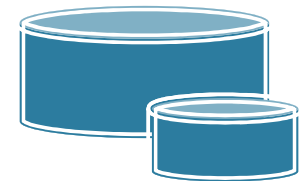
1. Dados são gerados e analisados



2. Esses dados são avaliados localmente



3. Grande volume de dados é produzido...

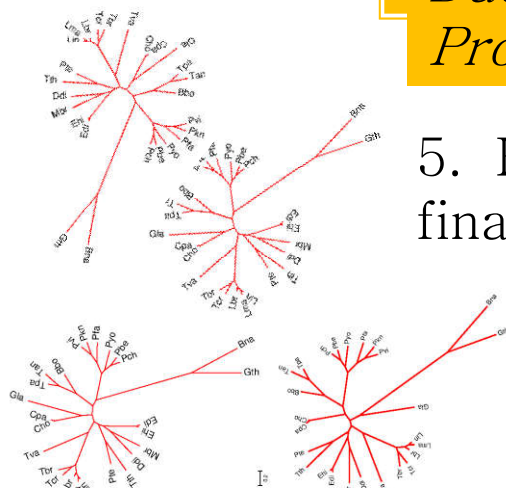


Dados de Proveniência

5. Resultados finais são gerados



4. ... e precisa ser processado por ambientes de processamento de alto desempenho (PAD)



Árvores Filogenéticas

Execução paralela de workflows científicos

- Apoiada por...
 - Sistemas de Gerência de Workflows Científicos (SGWfC) paralelos
 - Máquina paralelas de workflow

- Caracterizada pelo uso de ambientes de PAD
 - Clusters
 - Grades Computacionais
 - Nuvens Computacionais
 - Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)
 - Azure: Microsoft's Cloud Platform
 - Entre outras

Tecnologias desenvolvidas

- Chiron (Proposta por Ogasawara *et al.*)
 - ▣ Máquina de execução paralela de workflows científicos centrados em dados
 - ▣ Uso da álgebra de workflows
 - ▣ Execução em clusters

- SciCumulus (Proposta por Oliveira *et al.*)
 - ▣ SGWfC paralelo
 - ▣ Uso da mesma álgebra de workflows
 - ▣ Algoritmo adaptativo
 - Heurística baseada em três fatores: custo, tempo e confiabilidade
 - ▣ Execução em nuvens computacionais

Tecnologias desenvolvidas

- Chiron (Proposta por Ogasawara *et al.*)
 - ▣ Máquina de execução paralela de workflows científicos centrados em dados
 - ▣ Uso de álgebra de workflows
 - ▣
 - ▣
- Sc de mensagens entre os recursos computacionais
 - ▣
 - ▣
 - ▣ Algoritmo adaptativo
 - Heurística baseada em três fatores: custo, tempo e confiabilidade
 - ▣ Execução em nuvens computacionais

Álgebra para workflows científicos

Workflow científicos centrados em dados
Álgebra proposta por Ogasawara *et al.*

OGASAWARA, E. ; DIAS, J. ; OLIVEIRA, D. ; PORTO, F. ; VALDURIEZ, P. ;
MATTOSO, M. L. Q.. An Algebraic Approach for Data-Centric Scientific Workflows.
Proceedings of the VLDB Endowment, v. 4, p. 1328–1339, 2011.

Álgebra para workflows científicos

- Desenvolvimento de uma álgebra própria
 - Uso de operações algébricas para permitir a otimização de workflows em tempo de execução
- Essa álgebra estende a álgebra de banco de dados relacional
 - Introdução de um conjunto de operadores
 - Os dados são operandos e as atividades são encapsuladas pelas operações algébricas
- Expressão algébrica

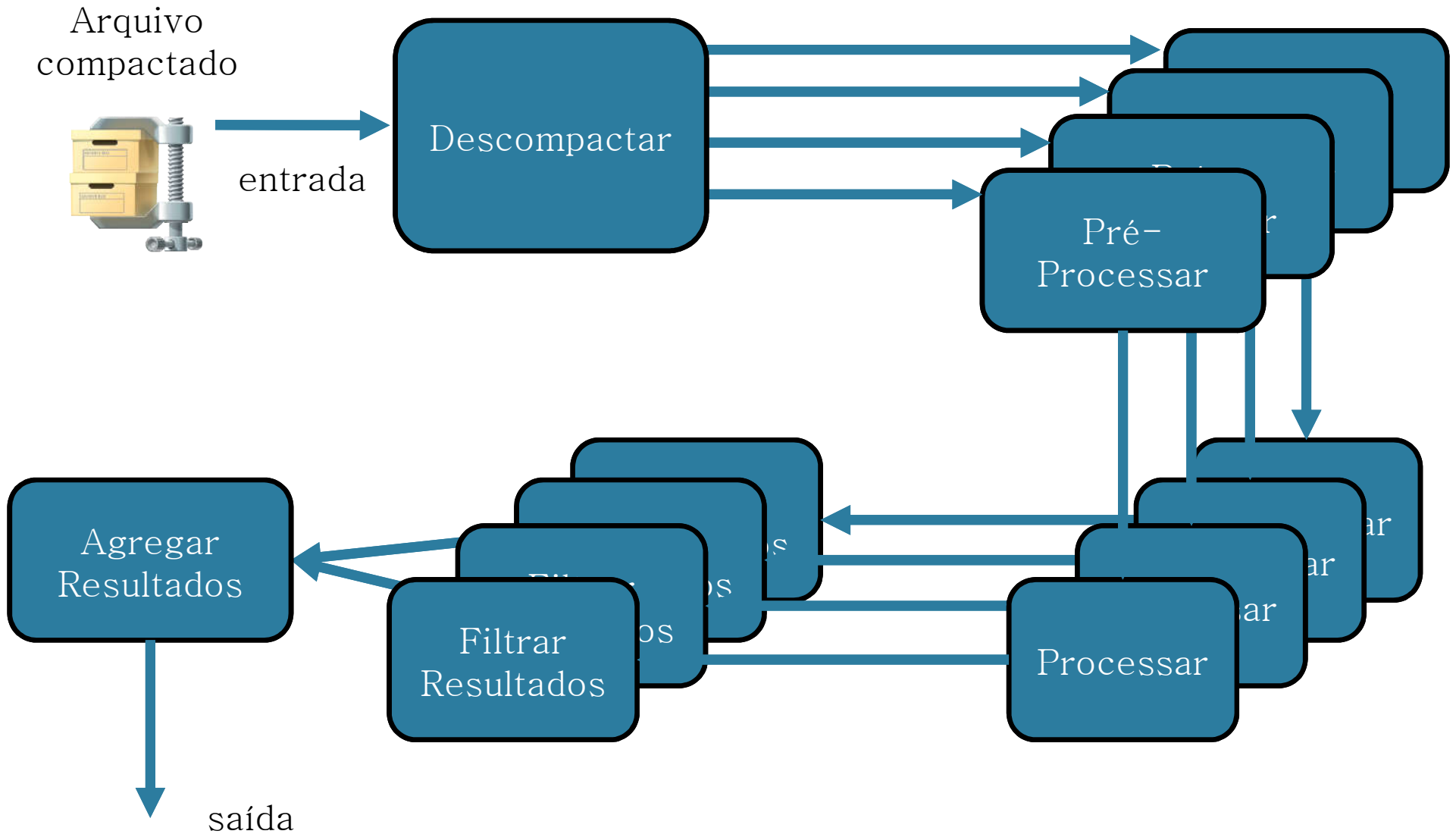


Operadores algébricos

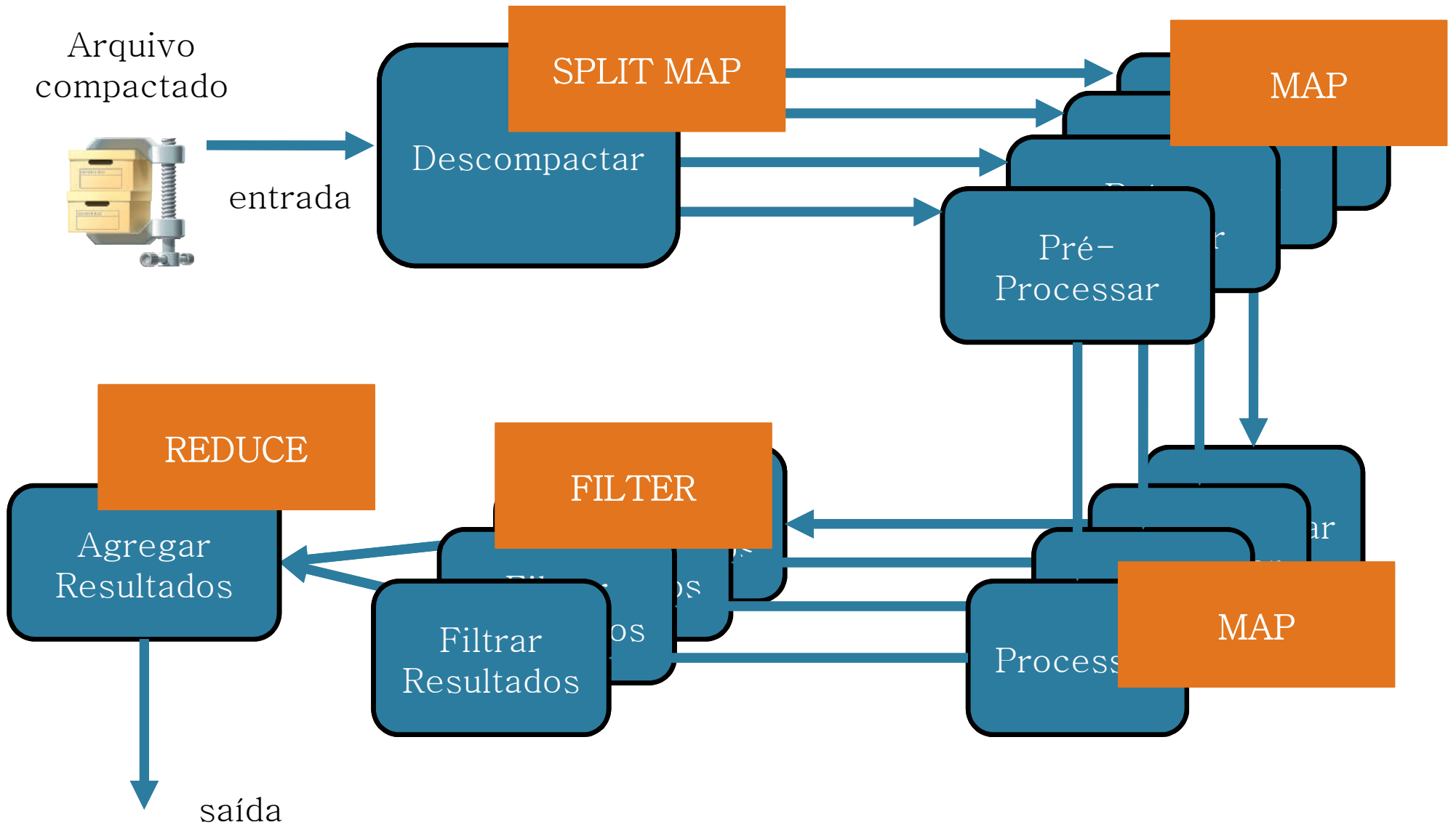
- Definidos pela relação entre o número de tuplas de entrada consumidas e de saída produzidas

Operador	Tipos de atividades operadas	Operandos adicionais	Relação de tuplas consumidas / produzidas
Map	Programa	Relação	1:1
SplitMap	Programa	Referência a arquivo, relação	1:m
Reduce	Programa	Conjunto de atributos de agrupamento, relação	n:1
Filter	Programa	Relação	1:(0-1)
SRQuery	Expressão da álgebra relacional	Relação	n:m
MRQuery	Expressão da álgebra relacional	Conjunto de relações	n:m

Exemplo de workflow



Aplicando os operadores algébricos

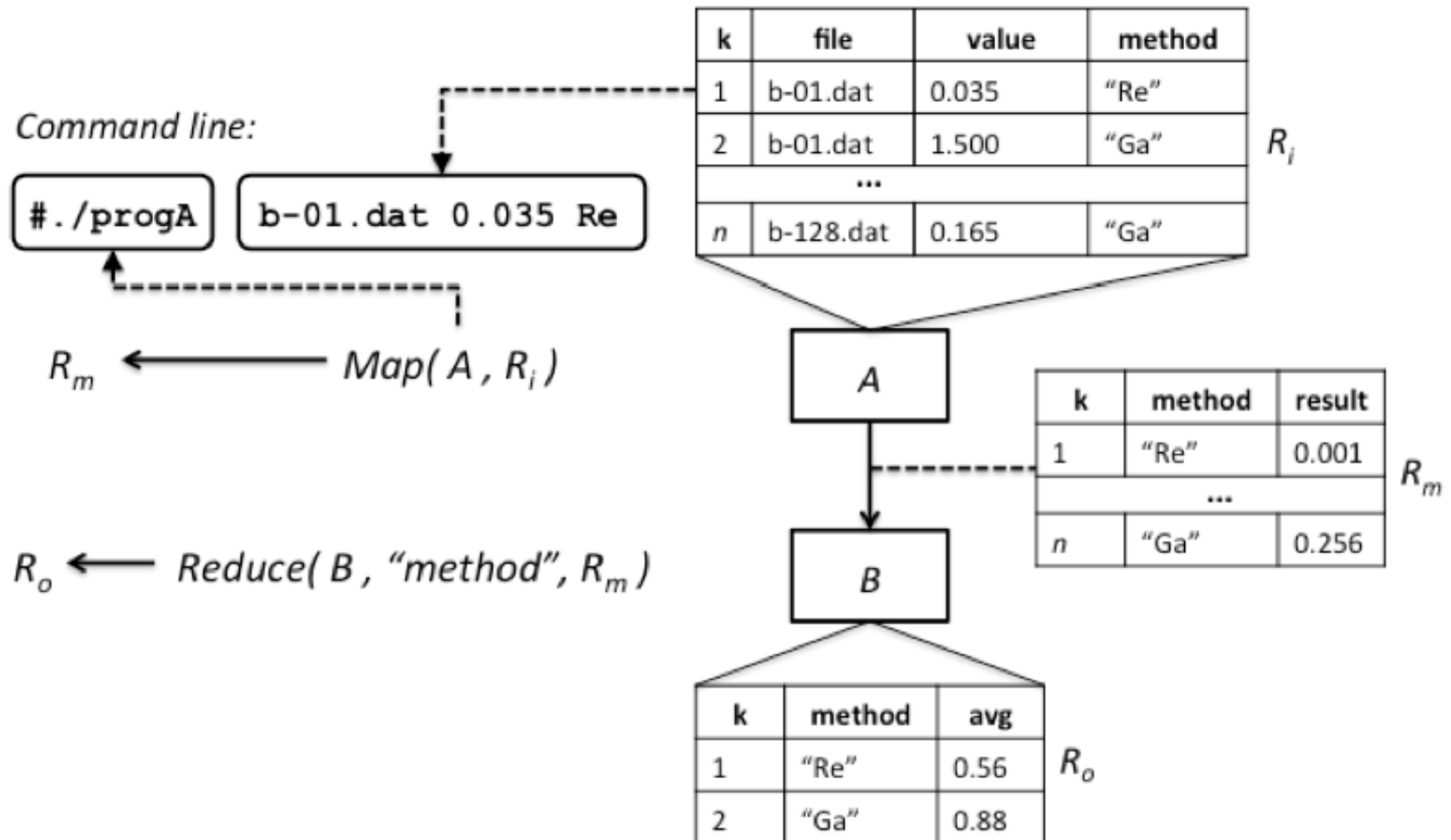


Ativação da atividade

- Algumas atividades representadas na álgebra podem invocar programas externos
 - Não estão necessariamente prontos para o consumo e produção de tuplas

- Ativação
 - Menor unidade de dados necessária para executar uma atividade ou programa
 - Composta de três etapas:
 - Instrumentação da entrada
 - Invocação do programa
 - Extração da saída

Exemplo da álgebra



SciCumulus/C²

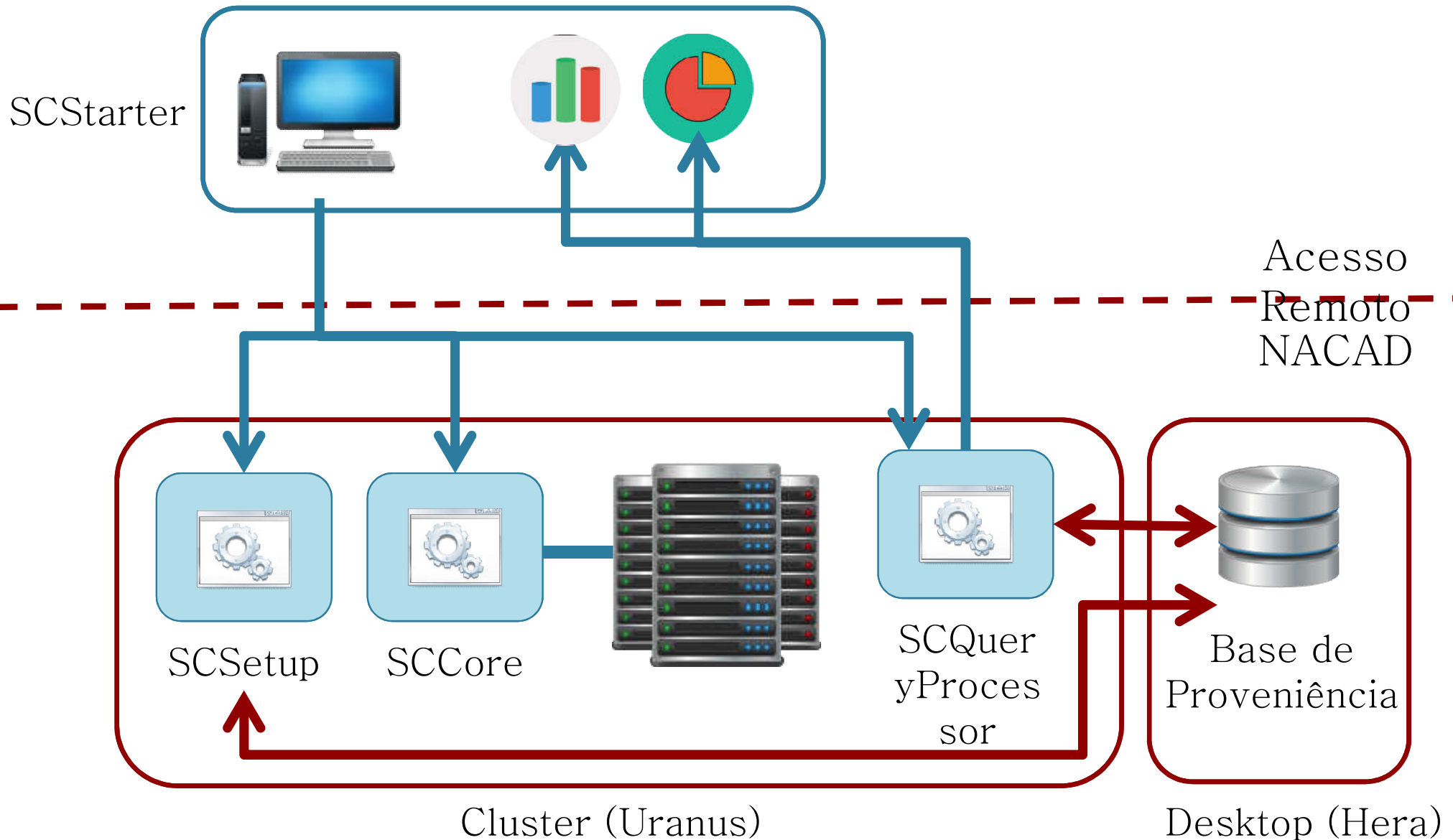
SciCumulus/C²

- Máquina de execução paralela de workflows científicos centrados em dados
 - Uso da álgebra de workflows
 - Suporte para os ambientes de...
 - ▣ Cluster (Uranus)
 - ▣ Grades computacionais
 - ▣ Nuvens computacionais (Amazon EC2)
 - Mudanças no algoritmo adaptativo
- Necessitam do sistema PBS para escalonamento de jobs

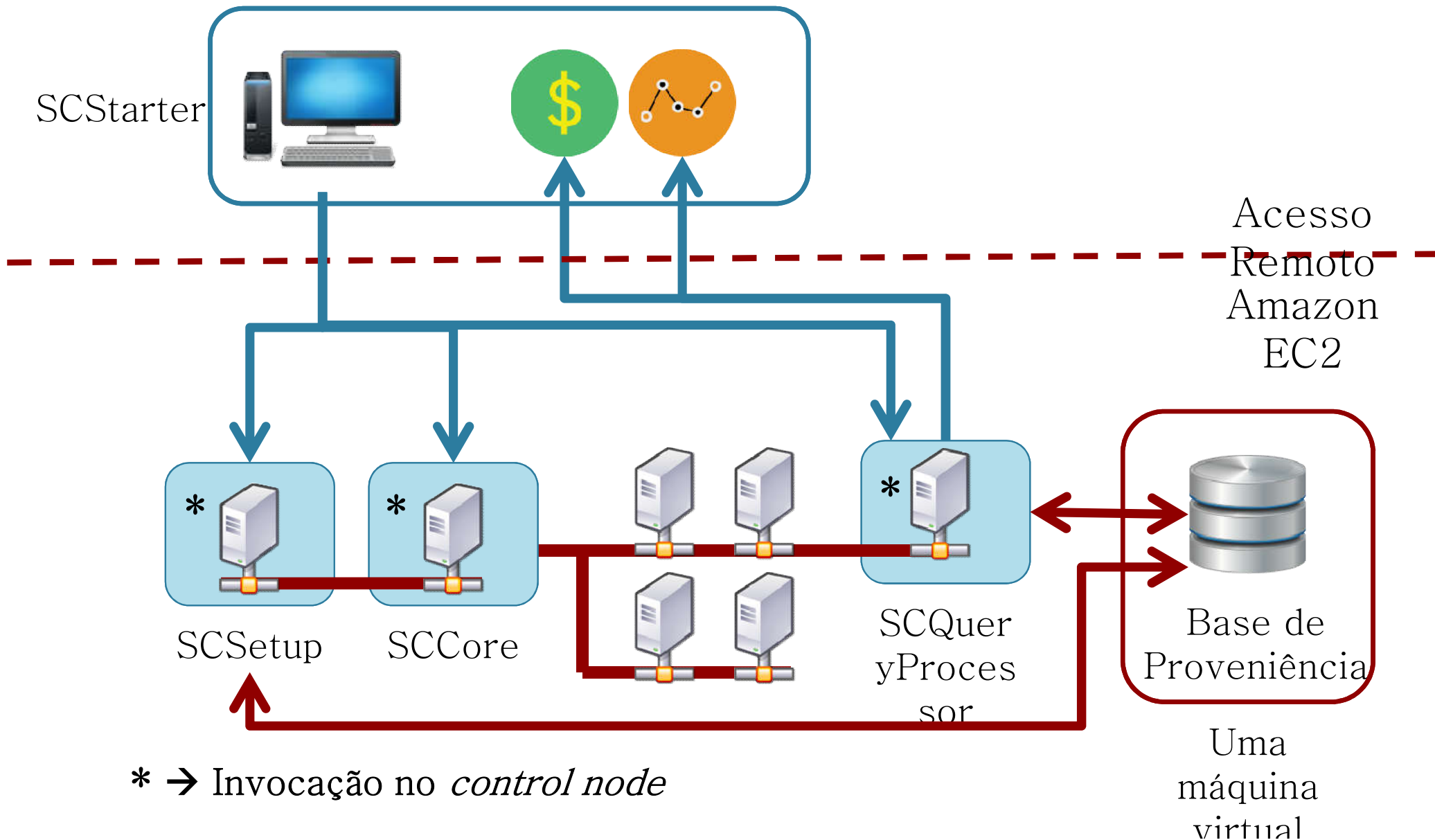
SciCumulus/C²

- Quatro componentes:
 - SCStarter
 - Configuração do ambiente
 - Invocação de execuções nos ambientes de PAD
 - Monitoramento e consulta em tempo de execução
 - SCSetup
 - Gerência de workflows conceituais na base de proveniência
 - SCCore
 - Gerência de execuções de workflows conceituais nos diferentes ambientes
 - SCQueryProcessor
 - Processador de consultas nos ambientes de PAD

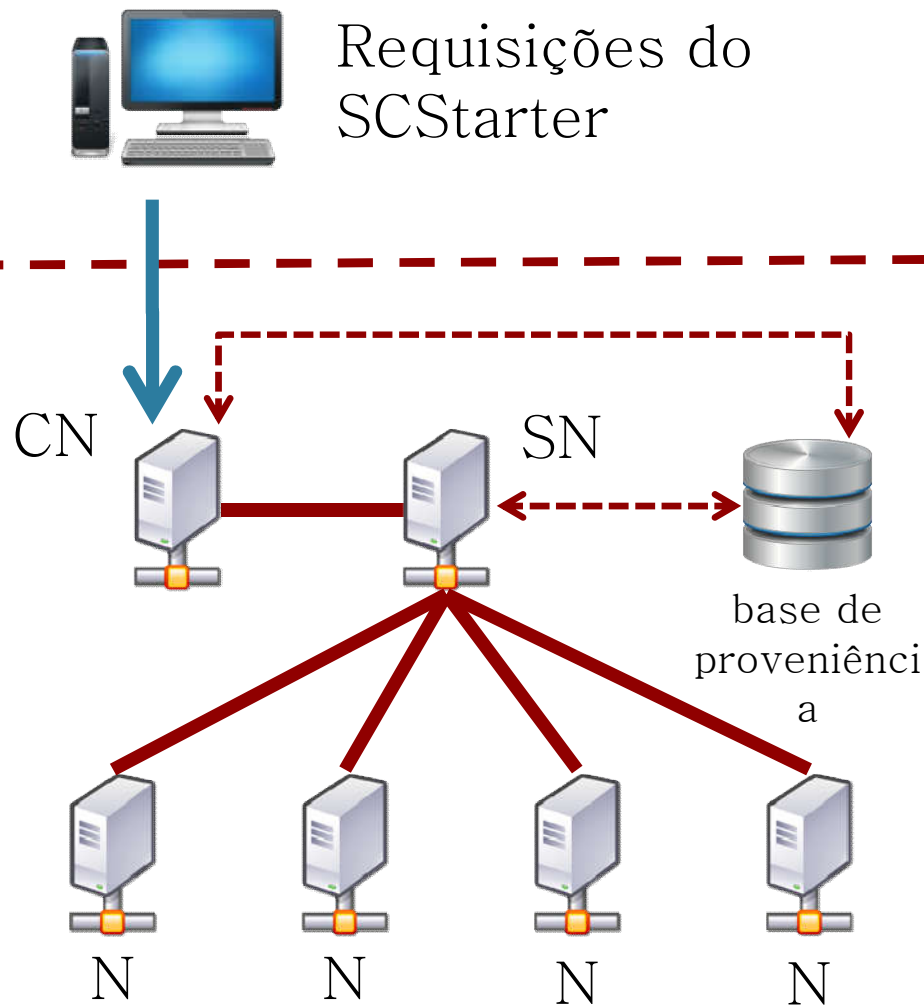
SciCumulus/C² – Execução em um cluster



SciCumulus/C² – Execução em um ambiente de nuvem computacional



Arquitetura do SciCumulus/C² em ambiente de nuvem computacional



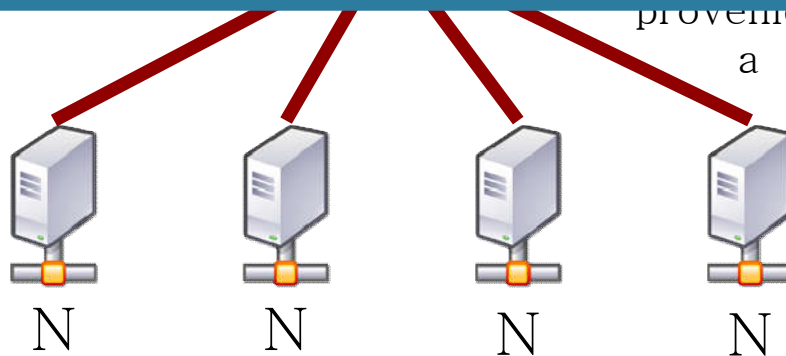
Legenda:
CN → Control
Node
SN → Super Node
N → Node

Arquitetura do SciCumulus/C² em ambiente de nuvem computacional



Requisições do
SCStarter

O *Control Node* também é responsável pela execução do algoritmo adaptativo ao invocar a execução de um workflow



Legenda.

CN → Control
Node

SN → Super Node

N → Node

Algoritmo Adaptativo

- Diferenciado de acordo com o ambiente de PAD
 - Nuvem computacional
 - Algoritmo adaptativo proposto por Oliveira *et al.* (2012)
 - Algoritmo de otimização multi-objetivo (três fatores)
 - Para todos os ambientes de PAD
 - Detecção e recuperação de falhas nos níveis de software e hardware
 - Adaptado do SciMultaneous proposto por Costa *et al.* (2012)
 - Análise de confiabilidade dos recursos computacionais em tempo de execução

OLIVEIRA, D.; OGASAWARA, E.; OCAÑA, K.; BAIÃO, F.; MATTOSO, M.. An Adaptive Parallel Execution Strategy for Cloud-based Scientific Workflows. *Concurrency and Computation*, v. 24, p. 1531-1550, 2012.

COSTA, F.; OLIVEIRA, D.; OCAÑA, K.; OGASAWARA, E.; DIAS, J.; MATTOSO, M. L. Q.. Handling Failures in Parallel Scientific Workflows Using Clouds. *Proc. of the 7th Workshop on Workflows in Support of Large-Scale Science*, 2012.

Algoritmo Adaptativo

- Diferenciado de acordo com o ambiente de PAD
 - Nuvem computacional
 - Algoritmo adaptativo proposto por Daniel *et al.* (2012)
 - Algoritmo de otimização multi-objetivo (três fatores)
 - Para todos os ambientes de PAD
 - Detecção e recuperação de falhas nos níveis de software e hardware
 - Adaptado do SciMultaneous proposto por Costa *et al.* (2012)
 - Análise de confiabilidade dos recursos computacionais em tempo de execução

OLIVEIRA, D.; OGASAWARA, E.; OCAÑA, K.; BAIÃO, F.; MATTOSO, M. An Adaptive Parallel Execution Strategy for Cloud-based Scientific Workflows. *Concurrency and Computation*, v. 24, p. 1531-1550, 2012.

COSTA, F.; OLIVEIRA, D.; OCAÑA, K.; OGASAWARA, E.; DIAS, J.; MATTOSO, M. L. Q. Handling Failures in Parallel Scientific Workflows Using Clouds. *Proc. of the 7th Workshop on Workflows in Support of Large-Scale Science*, 2012.

Arquivo XML

- Contempla...
 - Propriedades algébricas
 - Configurações do ambiente
 - Elementos para acesso a base de dados
- Propriedades algébricas

```
<conceptualWorkflow tag="workflow-1" description="">
  <activity tag="act1" description="" type="MAP" activation="java -jar /root/programs/Sleep.jar ID=%=ID% T2=%=T2%">
    <relation reltype="Input" name="IMod1Act1"/>
    <relation reltype="Output" name="OMod1Act1" />
    <field name="ID" type="float" input="IMod1Act1" output="OMod1Act1" decimalplaces="0"/>
    <field name="T1" type="float" input="IMod1Act1" decimalplaces="0"/>
    <field name="T2" type="float" input="IMod1Act1" output="OMod1Act1" decimalplaces="0"/>
  </activity>
  <activity tag="act2" description="" type="MAP" activation="java -jar /root/programs/Sleep.jar ID=%=ID% T2=%=T2%">
    <relation reltype="Input" name="IMod1Act2" dependency="act1"/>
    <relation reltype="Output" name="OMod1Act2" />
    <field name="ID" type="float" input="IMod1Act2" output="OMod1Act2" decimalplaces="0"/>
    <field name="T2" type="float" input="IMod1Act2" output="OMod1Act2" decimalplaces="0"/>
  </activity>
</conceptualWorkflow>
<executionWorkflow tag="workflow-1" execmodel="DYN_FAF" expdir="%=WFDIR%/exp" max_failure="5" user_interaction="false"
  redundancy="true" reliability="0.9">
  <relation name="IMod1Act1" filename="Input.dataset"/>
</executionWorkflow>
```


Arquivo XML

□ Configurações do ambiente

```
<credentials access_key="" secret_access_key="" />
<environment verbose="true" type="CLOUD_AMAZON" cluster_name="vitor" />
<binary directory="/root/programs" conceptual_version="SciCumulusSetup.jar" execution_version="SciCumulusCore.jar"
query_version="SciCumulusQueryProcessor.jar" />
<machine image="ami-1a09f372" user="root" password="pass">
  <vm type="t1.micro" financial_cost="1.2" disk_space="1680" ram="23" gflops="93.856" platform="64" cores="1" />
  <vm type="m1.small" financial_cost="2.1" disk_space="3360" ram="60" gflops="93.856" platform="64" cores="2" />
  <vm type="m1.large" financial_cost="2.4" disk_space="1680" ram="23" gflops="93.856" platform="64" cores="4" />
</machine>
<constraint workflow_exectag="workflow_1-1" max_time="60" max_financial_cost="100" max_vm_amount="20" total_ram="24"
total_disk="5" alfa1="0.5" alfa2="0.5" alfa3="0.0" cores="1" />
<workspace upload="true" bucket_name="vitor-starter" workflow_dir="/root/workflow_1"
compressed_workspace="temp_workflow_1.zip" compressed_dir="temp_workflow_1" />
```

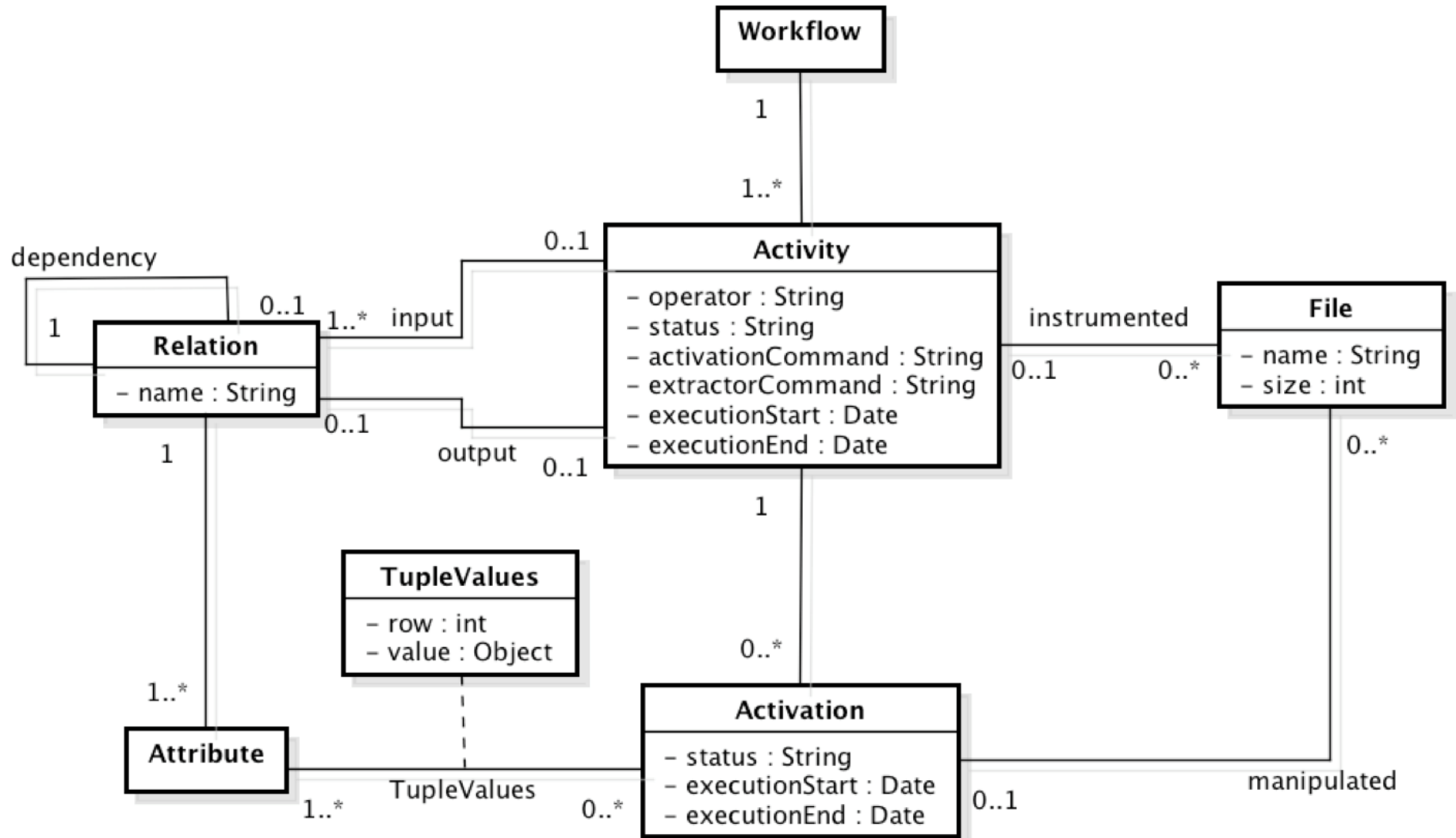
□ Acesso a base de dados

```
<database name="frigga" username="postgres" password="pass" port="5432" server="server"
path="/var/lib/pgsql" />
<query sql="select ea.taskid, ea.actid, ea.machineid, ea.status from eactivation as ea;" />
```


Resumo dos elementos do arquivo XML

Elemento	Descrição	Atributos	Dependência
SciCumulus	Elemento raiz	Nenhum	Nenhuma
credentials	Credenciais para a Amazon	access_key, secret_access_key	SciCumulus
environment	Configurações do ambiente	type, cluster_name	SciCumulus
binary	Informações de arquivos binários	directory, conceptual_version, execution_version	SciCumulus
machine	Configuração das máquinas virtuais	image, user, password	SciCumulus
vm	Tipos de máquinas virtuais disponíveis	Type, financial_cost, disk_space, ram, gflops, platform, cores	machine
constraint	Restrições do ambiente e do workflow	workflow_exec_tag, max_time, max_financial_cost, max_vm_amount, total_ram, total_disk, alfa1, alfa2, alfa3, cores	SciCumulus
workspace	Configurações para armazenamento de arquivos	upload, bucket_name, workflow_dir, compressed_workspace, compressed_dir	SciCumulus
database	Configurações da base de dados	name, username, password, port, server, path	SciCumulus
query	Especificação da consulta	sql	SciCumulus
conceptualWorkflow	Especificação do <i>workflow</i> conceitual	tag, description	SciCumulus
activity	Especificação das atividades	tag, descript, type, activation, template, extractor	conceptualWorkflow
relation	Especificação das relações	reltype, name	activity
field	Especificação dos campos	name, type, input, output, decimalplaces, operation	relation
executionWorkflow	Especificação do <i>workflow</i> de execução	tag, execmodel, expdir, max_failure, user_interaction, redundancy, reliability	SciCumulus
relation	Especificação das relações de entrada do <i>workflow</i> de execução	name, filename	executionWorkflow

Modelo de dados de proveniência



Alterações da base de proveniência

- As relações de entrada e de saída especificadas para as atividades de um workflow
 - ▣ Separadas por um esquema (ex: esquema workflow-1) para conter apenas dados do domínio
 - ▣ Mantém o esquema público para a gerência da execução paralela do workflow
- Trabalhos em andamento
 - ▣ Remoção da tabela *ekeyspace*
 - Redução da sobrecarga do *Super Node* na atualização dos dados
 - Redução de 10 consultas SQL para 5 consultas por atualização de um registro de relação de entrada ou de saída

Execuções locais utilizando o SciCumulus/C²

SCSetup

SCCore

SCQueryProcessor

Arquivo XML de configuração

```
<SciCumulus>
  <environment verbose="true" type="LOCAL"/>
  <binary directory="/root/programs" conceptual_version="SciCumulusSetup.jar" execution_version="SciCumulusCore.jar"
  query_version="SciCumulusQueryProcessor.jar"/>
  <constraint workflow_execetag="workflow_1-1" cores="1"/>
  <workspace upload="true" workflow_dir="/root/workflow_1"/>
  <database name="frigga" username="postgres" password="pass" port="5432" server="server"
  path="/var/lib/pgsql"/>
  <query sql="select ea.taskid, ea.actid, ea.machineid, ea.status from eactivation as ea;"/>
  <conceptualWorkflow tag="workflow-1" description="">
    <activity tag="act1" description="" type="MAP" activation="java -jar /root/programs/Sleep.jar ID=%=ID% T2=%=T2%">
      <relation reltype="Input" name="IMod1Act1"/>
      <relation reltype="Output" name="OMod1Act1" />
      <field name="ID" type="float" input="IMod1Act1" output="OMod1Act1" decimalplaces="0"/>
      <field name="T1" type="float" input="IMod1Act1" decimalplaces="0"/>
      <field name="T2" type="float" input="IMod1Act1" output="OMod1Act1" decimalplaces="0"/>
    </activity>
    <activity tag="act2" description="" type="MAP" activation="java -jar /root/programs/Sleep.jar ID=%=ID% T2=%=T2%">
      <relation reltype="Input" name="IMod1Act2" dependency="act1"/>
      <relation reltype="Output" name="OMod1Act2" />
      <field name="ID" type="float" input="IMod1Act2" output="OMod1Act2" decimalplaces="0"/>
      <field name="T2" type="float" input="IMod1Act2" output="OMod1Act2" decimalplaces="0"/>
    </activity>
  </conceptualWorkflow>
  <executionWorkflow tag="workflow-1" execmodel="DYN_FAF" expdir="%=WFDIR%/exp" max_failure="5" user_interaction="false"
  redundancy="true" reliability="0.9">
    <relation name="IMod1Act1" filename="Input.dataset"/>
  </executionWorkflow>
</SciCumulus>
```

SCSetup

- Adicionar um workflow conceitual

```
java -jar {arquivo .jar} -i {arquivo .xml}
```

```
java -jar SciCumulusSetup.jar -i SciCumulus.xml
```

- Atualizar um workflow conceitual

```
java -jar {arquivo .jar} -u {arquivo .xml}
```

- Remover um workflow conceitual

```
java -jar {arquivo .jar} -d {arquivo .xml}
```

SCCore

□ Execução sem MPI

```
java -jar {arquivo .jar} {arquivo .xml}
```

```
java -jar SciCumulusCore.jar SciCumulus.xml
```

□ Execução com MPI

```
java -jar {arquivo .jar} {arquivo .xml} {MPI rank}
```

```
java -jar SCCore.jar SciCumulus.xml 0
```

Arquivo de Configuração do MPI

- Precisa ser nomeado como *machines.conf*
 - ▣ Diretório de invocação do SCCore
- Configuração para 2 nós

```
# Number of Processes
2
# Protocol switch limit
131072
# Entry in the form of
machinename@port@rank
localhost@20000@0
localhost@20002@1
```


SCQueryProcessor

- Especificação da consulta no elemento *query* do arquivo XML
- Invocação do sistema

```
java -jar {arquivo .jar} {arquivo .xml}
```

```
java -jar SciCumulusQueryProcessor.jar  
SciCumulus.xml
```

Execuções do SciCumulus/C² em ambientes de PAD

SCStarter

SCStarter

- Todas as invocações apresentadas anteriormente são realizadas pelo SCStarter de forma automática
 - ▣ Transparente para o usuário
 - ▣ Considerando-se ambientes de PAD
 - ▣ Algumas mudanças no mecanismo de invocação
 - Transparência para o usuário
- Invocação do sistema

```
java -jar {arquivo .jar} {operação} {arquivo .xml}
```

```
java -jar SCStarter.jar -cc SciCumulus.xml
```

SCStarter

- Todas as invocações apresentadas anteriormente são realizadas pelo SCStarter de forma automática

Todas as configurações do ambiente de PAD selecionado precisam ser preenchidas no arquivo XML

- Invocação do sistema

```
java -jar {arquivo .jar} {operação} {arquivo .xml}
```

```
java -jar SCStarter.jar -cc SciCumulus.xml
```

SCStarter – Conjunto de Operações

Funcionalidade	Argumento	Outra opção de argumento
Criar cluster de máquinas virtuais	-cc	-create_cluster
Deletar cluster de máquinas virtuais	-dc	-delete_cluster
Inserir <i>workflow</i> conceitual	-icw	-insert_conceptual_workflow
Atualizar <i>workflow</i> conceitual	-ucw	-update_conceptual_workflow
Deletar <i>workflow</i> conceitual	-dcw	-delete_conceptual_workflow
Submeter <i>workflow</i> de execução	-sew	-submit_execution_workflow
Deletar <i>workflow</i> de execução	-dew	-delete_execution_workflow
Consultar base de proveniência	-q	-run_query
Monitorar execução do <i>workflow</i> , informando o estado de cada atividade	-mew	-monitor_execution_workflow
Abortar compartilhamento de diretórios na nuvem	-amf	-abort_mounted_folders
Depuração	-d	-

SCStarter – Conjunto de Operações

Funcionalidade	Argumento	Outra opção de argumento
Criar cluster de máquinas virtuais	-cc	-create_cluster
Deletar cluster de máquinas virtuais	-dc	-delete_cluster
		workflow
A		workflow
		workflow
Su		workflow
D		workflow
Consultar base de proveniência	q	run_query
Monitorar execução do <i>workflow</i> , informando o estado de cada atividade	-mew	-monitor_execution_workflow
Abortar compartilhamento de diretórios na nuvem	-amf	-abort_mounted_folders
Depuração	-d	-

Próximo passo será abortar workflow durante a sua execução

Modelagem de workflows científicos

Workflows de bioinformática

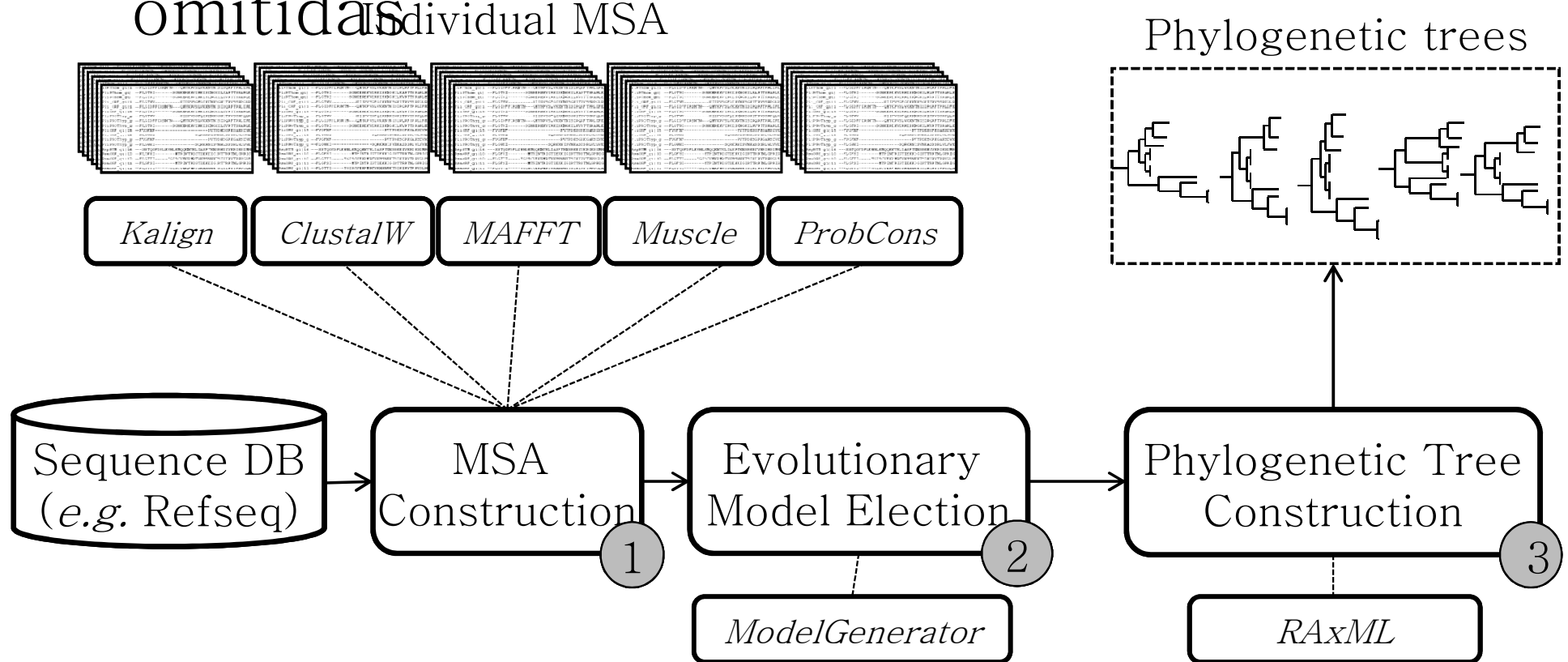
- SciPhy
- SciEvol
- SciHmm

Workflow de astronomia

- Montage

Workflow SciPhy

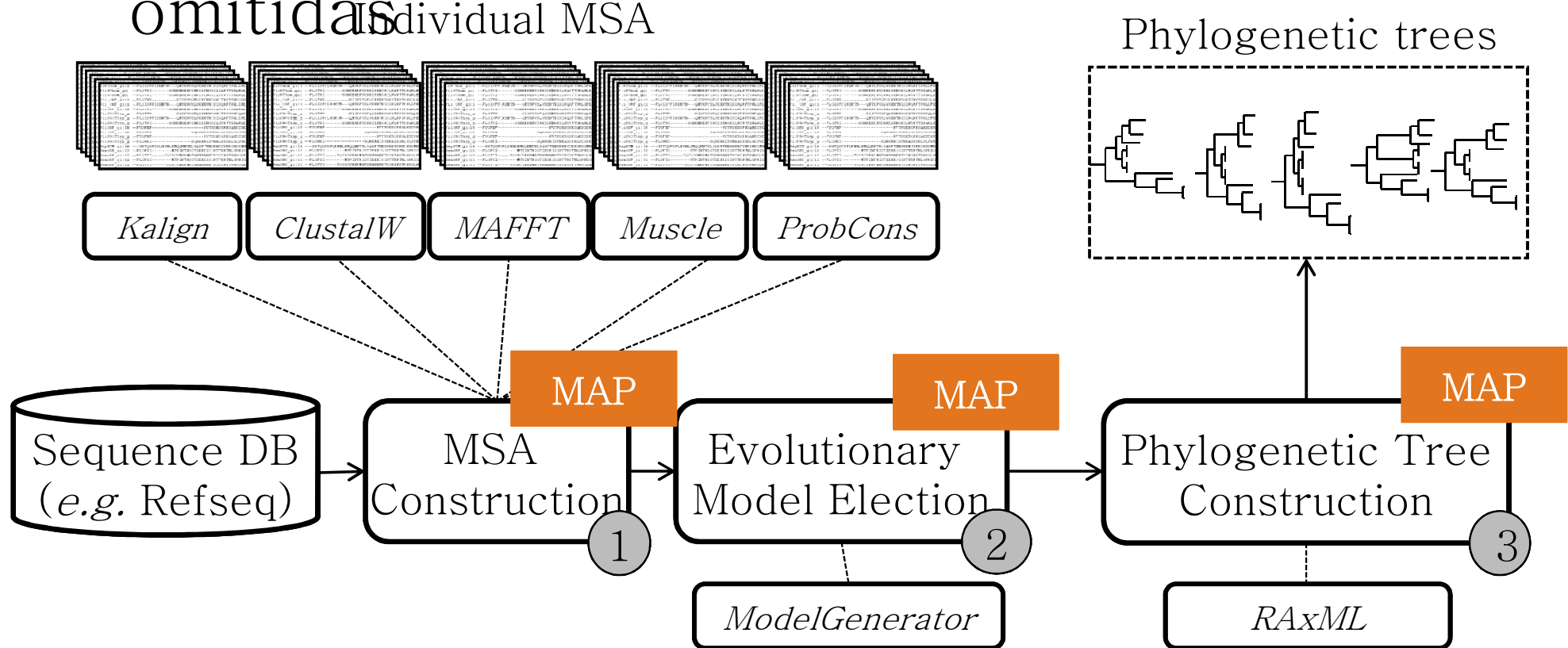
- Algumas etapas intermediárias foram omitidas



* Ocaña K.A.C.S., Oliveira D., Ogasawara E., Dávila A.M.R., Lima A.A.B., and Mattoso M. SciPhy: A Cloud-Based Workflow for Phylogenetic Analysis of Drug Targets in Protozoan Genomes. *Advances in Bioinformatics and Computational Biology*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 66–70, 2011.

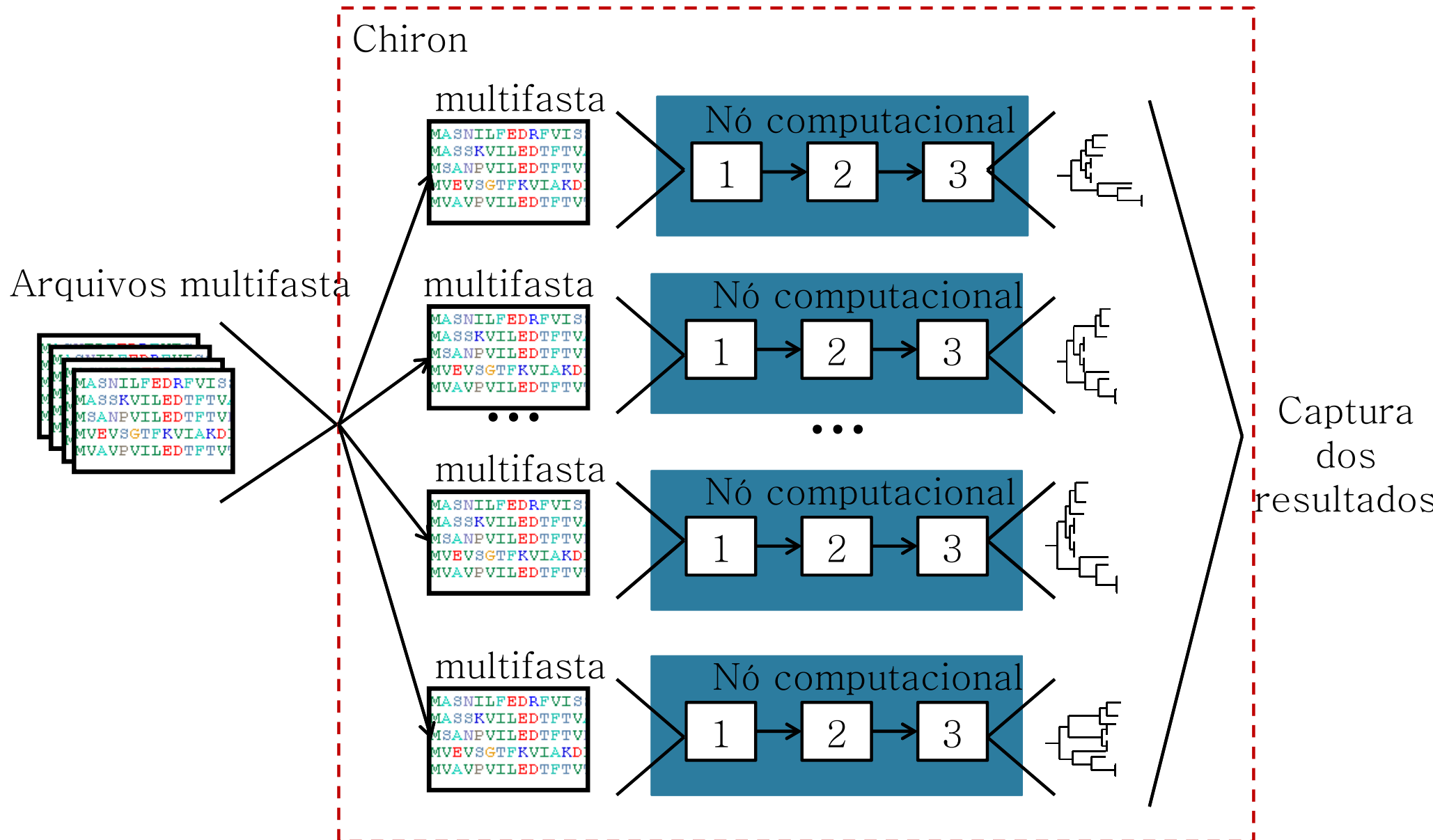
Workflow SciPhy

- Algumas etapas intermediárias foram omitidas



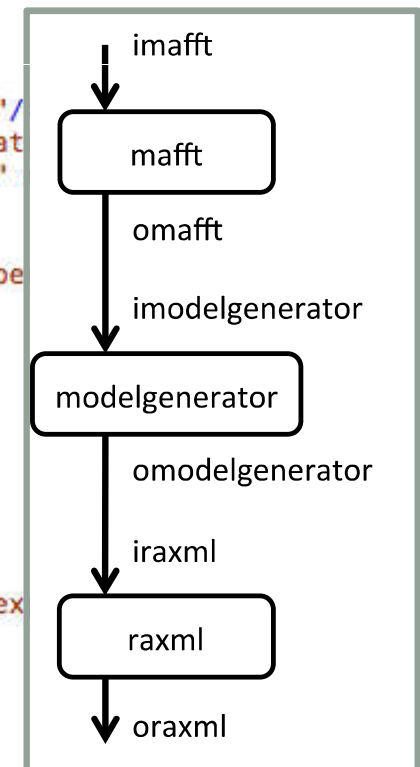
* Ocaña K.A.C.S., Oliveira D., Ogasawara E., Dávila A.M.R., Lima A.A.B., and Mattoso M. SciPhy: A Cloud-Based Workflow for Phylogenetic Analysis of Drug Targets in Protozoan Genomes. *Advances in Bioinformatics and Computational Biology*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 66–70, 2011.

Execução paralela do workflow SciPhy



Workflow SciPhy

```
<conceptualWorkflow tag="sciphy">
  <activity tag="mafft" type="MAP" template="%=WFDIR%/template_mafft" activation="./experiment.cmd"
    extractor="./extractor.cmd">
    <relation reltype="Input" name="imafft" dependency="dataselection"/>
    <relation reltype="Output" name="omafft"/>
    <field name="NAME" type="string" input="imafft" output="omafft"/>
    <field name="FASTA_FILE" type="file" input="imafft" output="omafft" operation="COPY"/>
    <field name="MAFFT_FILE" type="file" output="omafft" operation="COPY"/>
  </activity>
  <activity tag="modelgenerator" type="MAP" template="%=WFDIR%/template_modelgenerator"
    activation="./experiment.cmd" extractor="./extractor.cmd">
    <relation reltype="Input" name="imodelgenerator" dependency="mafft"/>
    <relation reltype="Output" name="omodelgenerator"/>
    <field name="NAME" type="string" input="imodelgenerator" output="omodelgenerator"/>
    <field name="FASTA_FILE" type="file" input="imodelgenerator" output="omodelgenerator"/>
    <field name="PHYLIP" type="file" input="imodelgenerator" output="omodelgenerator"/>
    <field name="MG" type="file" output="omodelgenerator" operation="COPY"/>
  </activity>
  <activity tag="raxml" type="MAP" template="%=WFDIR%/template_raxml" activation="./expe
    extractor="./extractor.cmd">
    <relation reltype="Input" name="iraxml" dependency="modelgenerator"/>
    <relation reltype="Output" name="oraxml"/>
    <field name="NAME" type="string" input="iraxml" output="oraxml"/>
    <field name="FASTA_FILE" type="file" input="iraxml" output="oraxml"/>
    <field name="PHYLIP" type="file" input="iraxml" operation="COPY"/>
    <field name="MG" type="file" input="iraxml" operation="COPY"/>
  </activity>
</conceptualWorkflow>
<executionWorkflow execmodel="DYN_FAF" exectag="sciphy-1" tag="SciPhy" expdir="%=WFDIR%/ex
max_failure="5" user_interaction="false" redundancy="true" reliability="0.9" >
  <relation name="imafft" filename="imafft.dataset"/>
</executionWorkflow>
```



Principais referências

- COSTA, F. ; OLIVEIRA, D. ; OCAÑA, K. ; OGASAWARA, E. ; DIAS, J. ; MATTOSO, M. L. Q. . Handling Failures in Parallel Scientific Workflows Using Clouds. In: The 7th Workshop on Workflows in Support of Large-Scale Science, 2012, Salt Lake City. Proc. of the 7th Workshop on Workflows in Support of Large-Scale Science, 2012.
- OGASAWARA, E. ; DIAS, J. ; SOUSA, V. ; CHIRIGATI, F. ; OLIVEIRA, D. ; PORTO, F. ; VALDURIEZ, P. ; MATTOSO, M. L. Q.. Chiron: a parallel engine for algebraic scientific workflows. Concurrency and Computation, v. 1, p. n/a-n/a, 2013.
- OGASAWARA, E. ; DIAS, J. ; OLIVEIRA, D. ; PORTO, F. ; VALDURIEZ, P. ; MATTOSO, M. L. Q.. An Algebraic Approach for Data-Centric Scientific Workflows. Proceedings of the VLDB Endowment, v. 4, p. 1328-1339, 2011.
- OLIVEIRA, D. ; OGASAWARA, E. ; BAIAO, F. ; MATTOSO, M. L. Q.. SciCumulus: A Lightweight Cloud Middleware to Explore Many Task Computing Paradigm in Scientific Workflows. In: The 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing, 2010, Miami, FL. Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing, 2010. p. 378-385.

Obrigada!

SciCumulus para a Execução de Workflows
Científicos em Ambientes de PAD

Kary Ocaña



Laboratório
Nacional de
Computação
Científica

Agradecimentos!

A Execução Paralela de Workflows Científicos usando o SciCumulus/C²

Vítor Silva

Daniel de Oliveira

Marta Mattoso

