

TerraMA²

Plataforma de Monitoramento, Análise e Alerta de riscos ambientais

Eymar Silva Sampaio Lopes
Gilberto Ribeiro de Queiroz

Projeto :



Realização :



Ministério do
Meio Ambiente

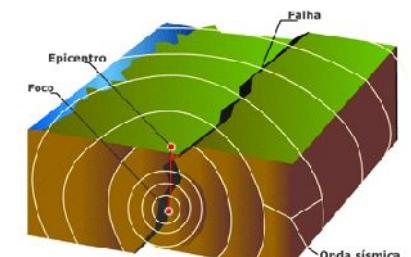


O que é a plataforma TerraMA² ?

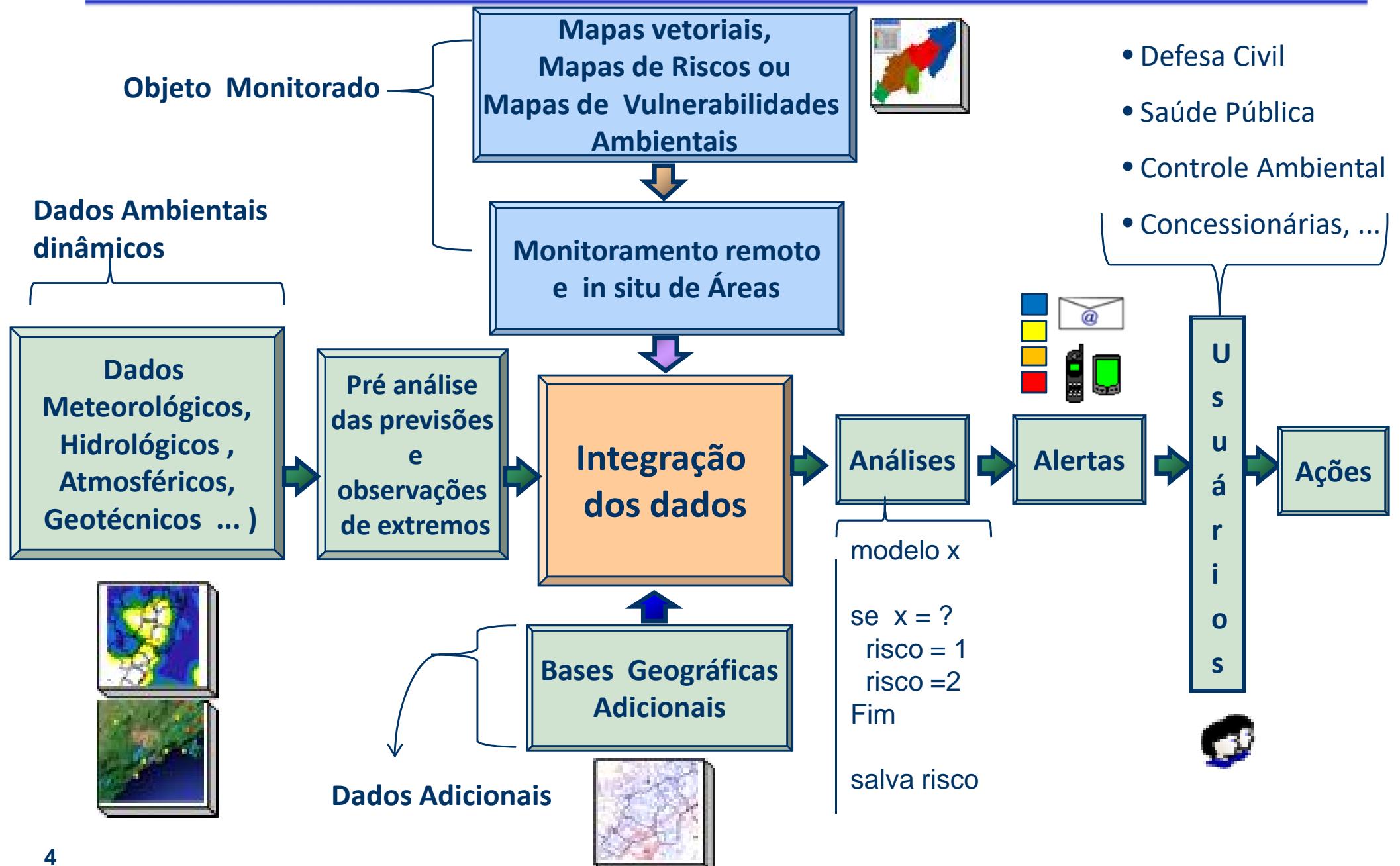
- TerraMA² é um produto de software, uma plataforma computacional, baseado em uma arquitetura de serviços, aberta, que provê a infra-estrutura tecnológica necessária ao **desenvolvimento** de sistemas operacionais para monitoramento de alertas de riscos ambientais.



O que é possível monitorar ?

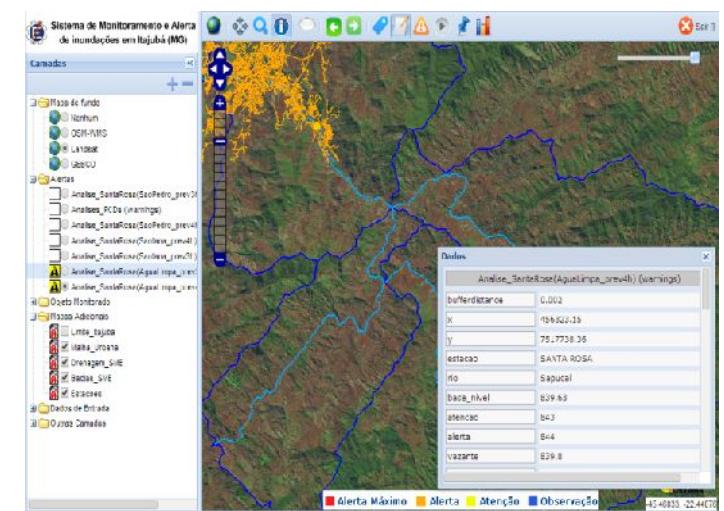
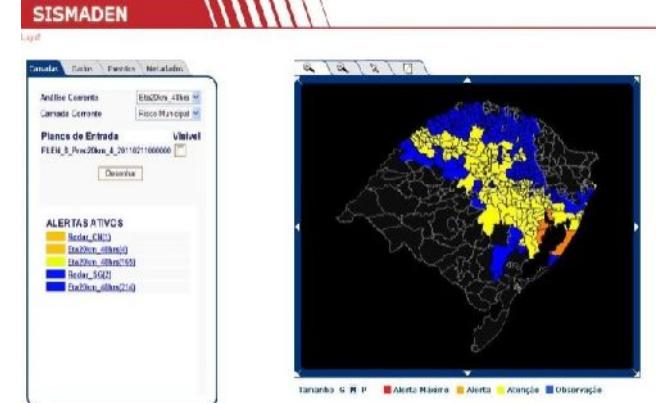
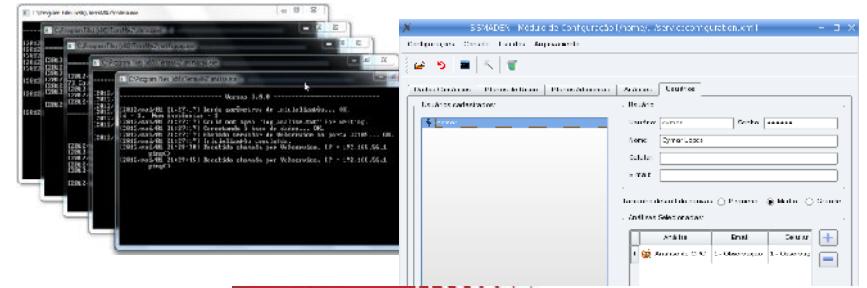


Concepção da Plataforma



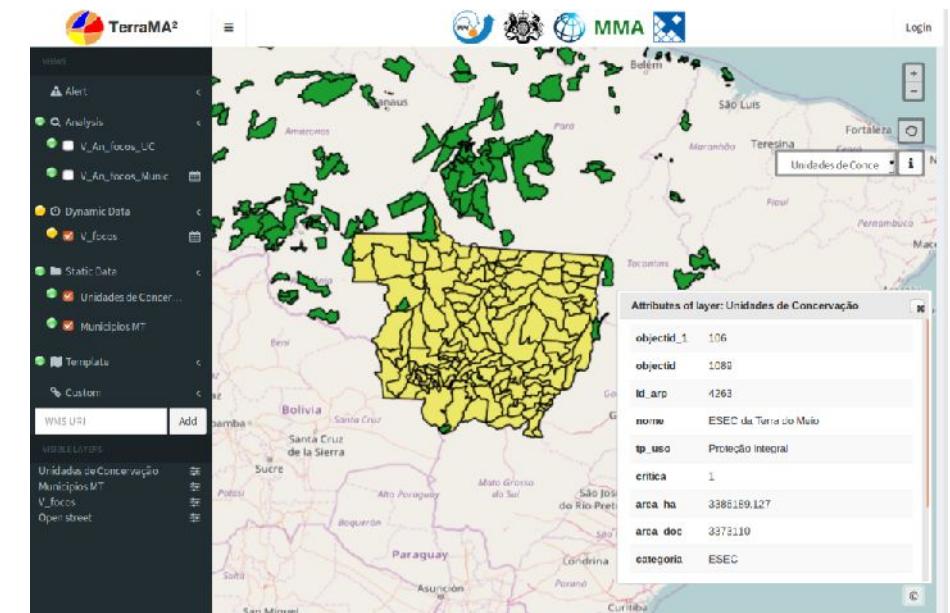
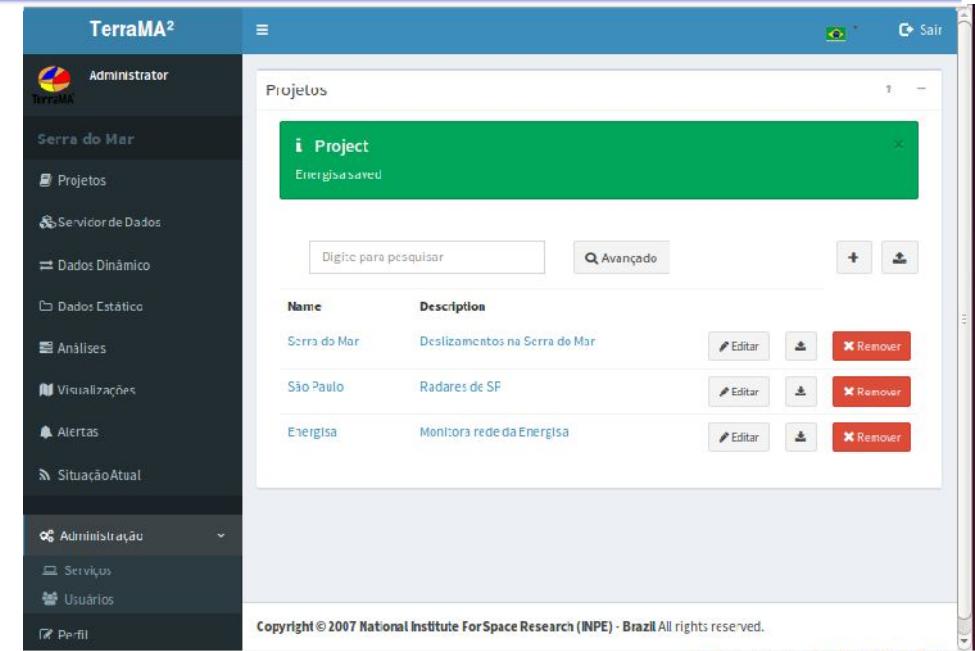
Histórico

- **Release 1.0** - 11/07/2008 - Terralib 3.2 e TerraPHP
- **Release 2.0** - 24/07/2009 - Terralib 3.3 e TerraPHP - Inclui módulo de ADM para serviços
- **Release 3.0** - 18/07/2012 - Terralib 4.2.1 e TerraOGC - Novo módulo Web em java e serviços OGC. Inclui dados de ocorrências (ex: focos queimadas)
- **Release 3.0.1** - 15/03/2013 - Terralib 4.2.2 e TerraOGC - Correções,
- **Release 3.0.2** - 11/10/2013 - Terralib 4.2.2 e TerraOGC - Correções, versão em espanhol, importadores/exportação de servidores e séries de dados por meio de arquivos XML.



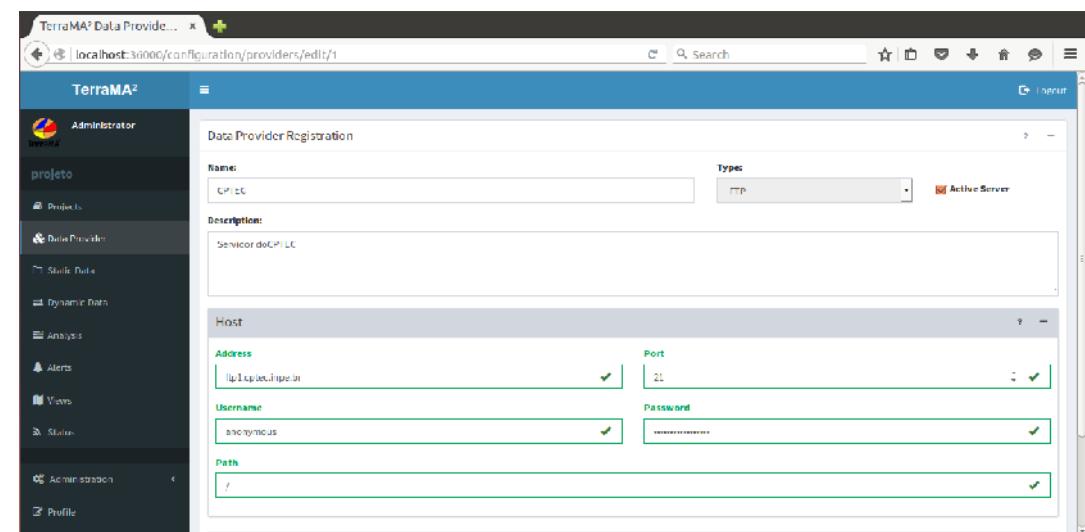
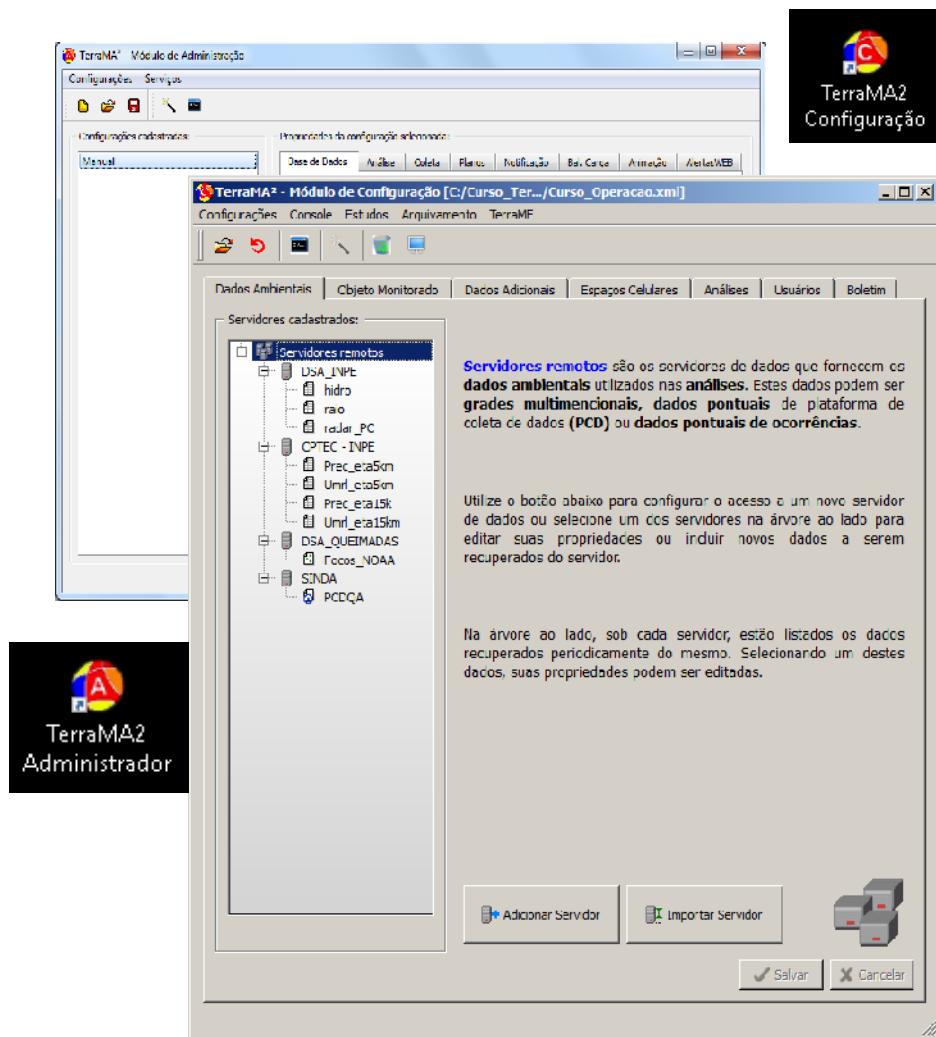
Modernização da Plataforma (release 4.0)

- Administração e Configuração via Web
- Novo módulo de Monitoramento Web
- Arquitetura totalmente distribuída
- Maior flexibilidade de acesso a dados
- Integração da linguagem Python para construção de modelos
- Maior eficiência de processamento de dados matriciais
- Armazenamento no padrão OGC – SFS
- Controle de usuários e projetos
- Modernização da infraestrutura de desenvolvimento



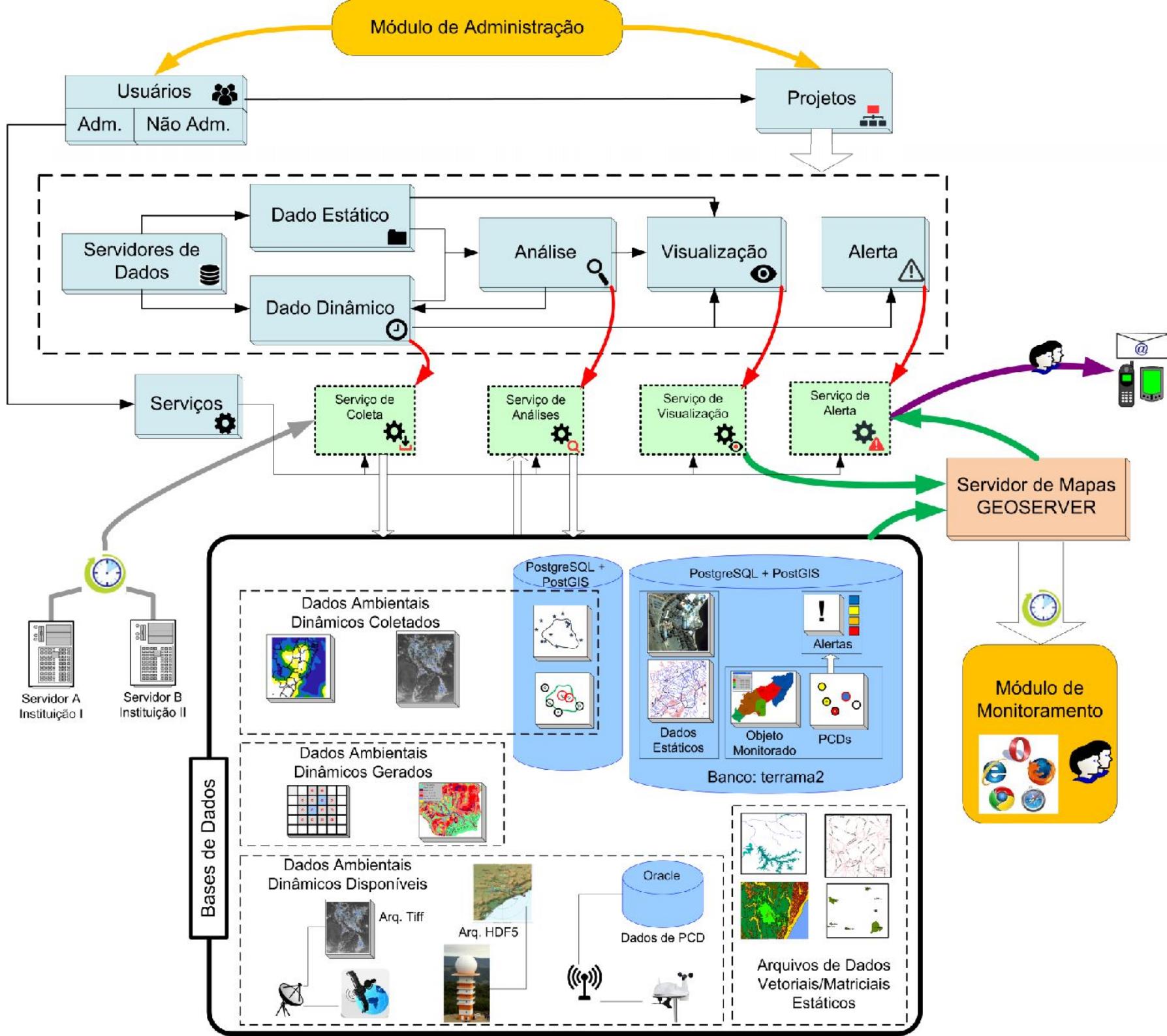
Diferenças

- Módulo de Administração e Configuração (2 executáveis)
- Módulo de Administração com diferentes perfis de usuário (1 aplicação web)

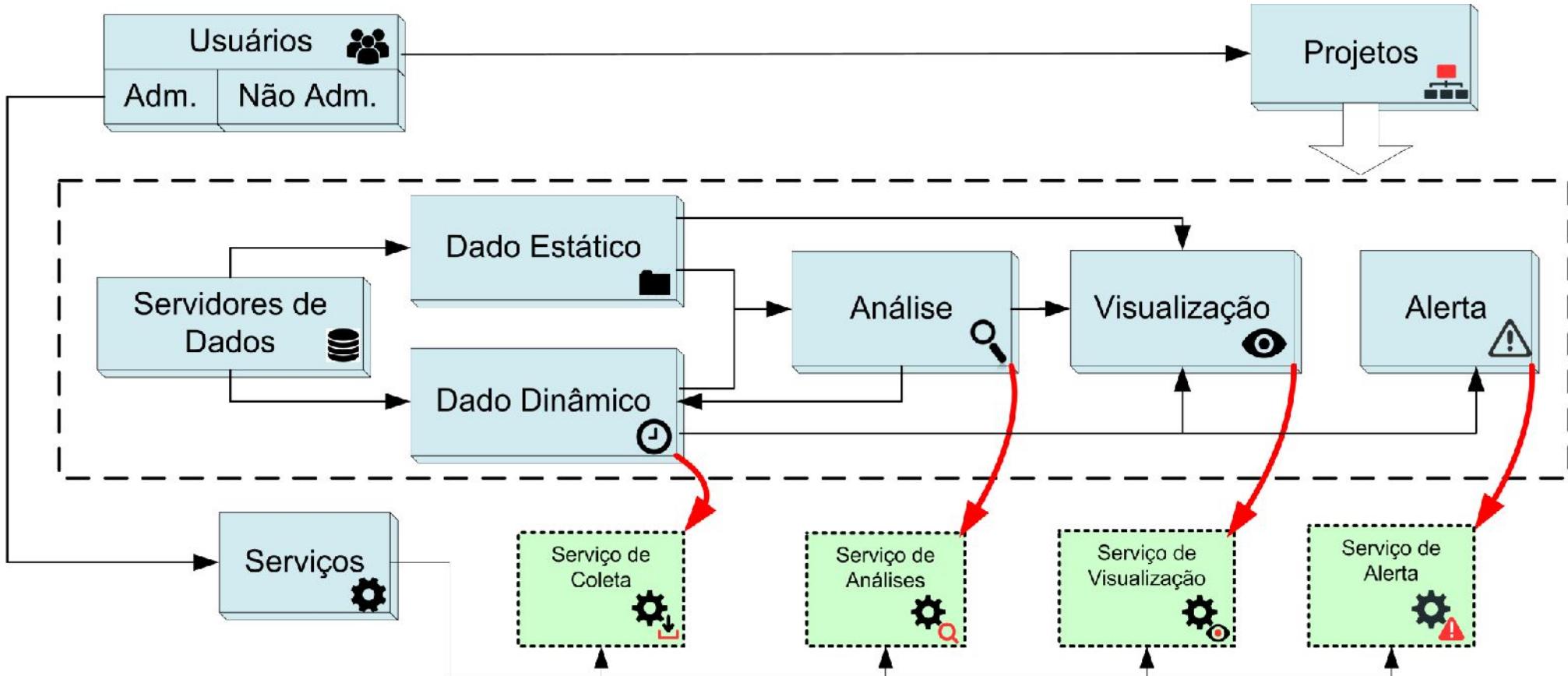


Diferenças TerraMA² v3 x v4

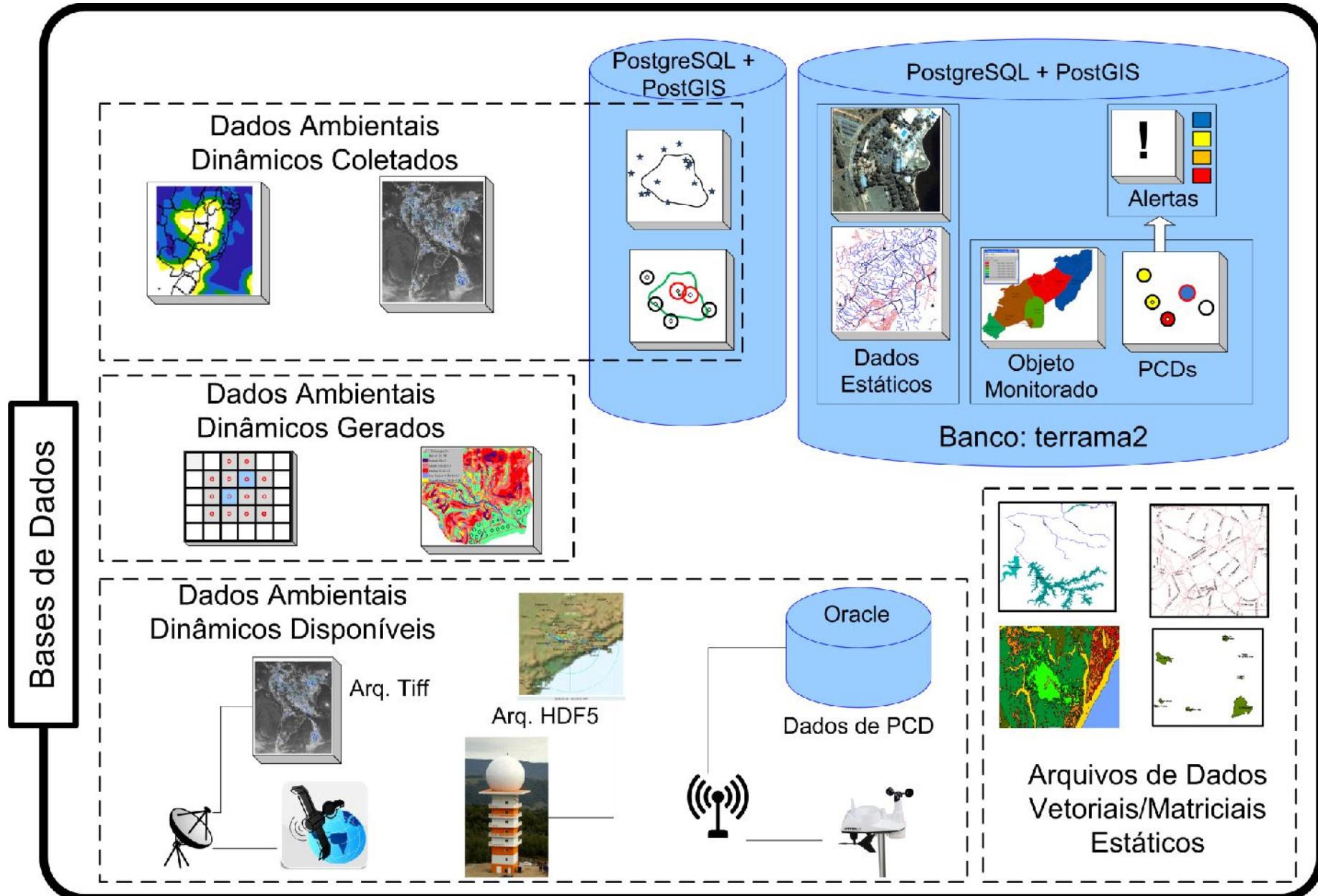
-
- Uso da TerraLib 4
 - Necessidade dos módulos de Adm e Conf. serem executados na mesma máquina onde está o banco
 - Serviços locais
 - Somente cadastro de usuário para acesso a aplicação web de monitoramento.
 - Ambiente de trabalho carregado pro um arquivo .
 - Todos os dados e metadados num único banco
 - Módulo de Monitoramento com TerraOGC
 - Estilo do TerraView 4.2
 - Versões para Win e Linux
 - Uso da TerraLib 5
 - Módulo de Administração Web com diferentes perfis de usuário (1 aplicação web)
 - Serviços locais e remotos (Ssh)
 - Administração de usuários com privilégio de administrador ou não.
 - Conceito de projeto
 - Dados Geo. distribuídos em arquivos ou tabelas
 - Módulo de Monitoramento com Geoserver
 - Estilos do Geoserver
 - Versões para Win, Linux e Mac



Modelo Conceitual TerraMA² v4



Base de Dados TerraMA² v4



TerraMA²: 2015-2017

Projeto

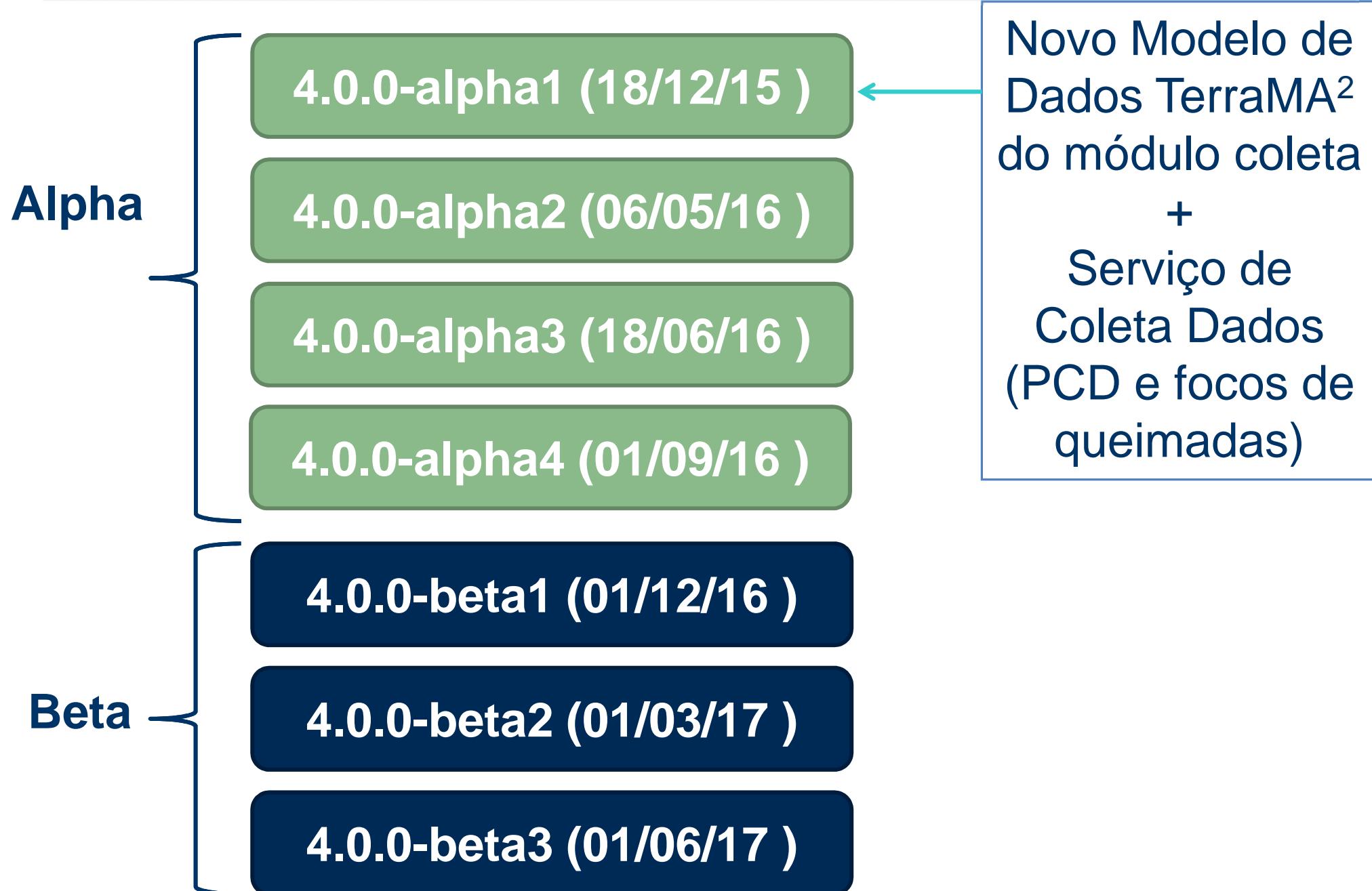
“BRAZIL CERRADO CLIMATE CHANGE MITIGATION
PLATFORM OF MONITORING AND WARNING OF FOREST
FIRES IN THE BRAZILIAN CERRADO PROJECT”

(Alberto Setzer)

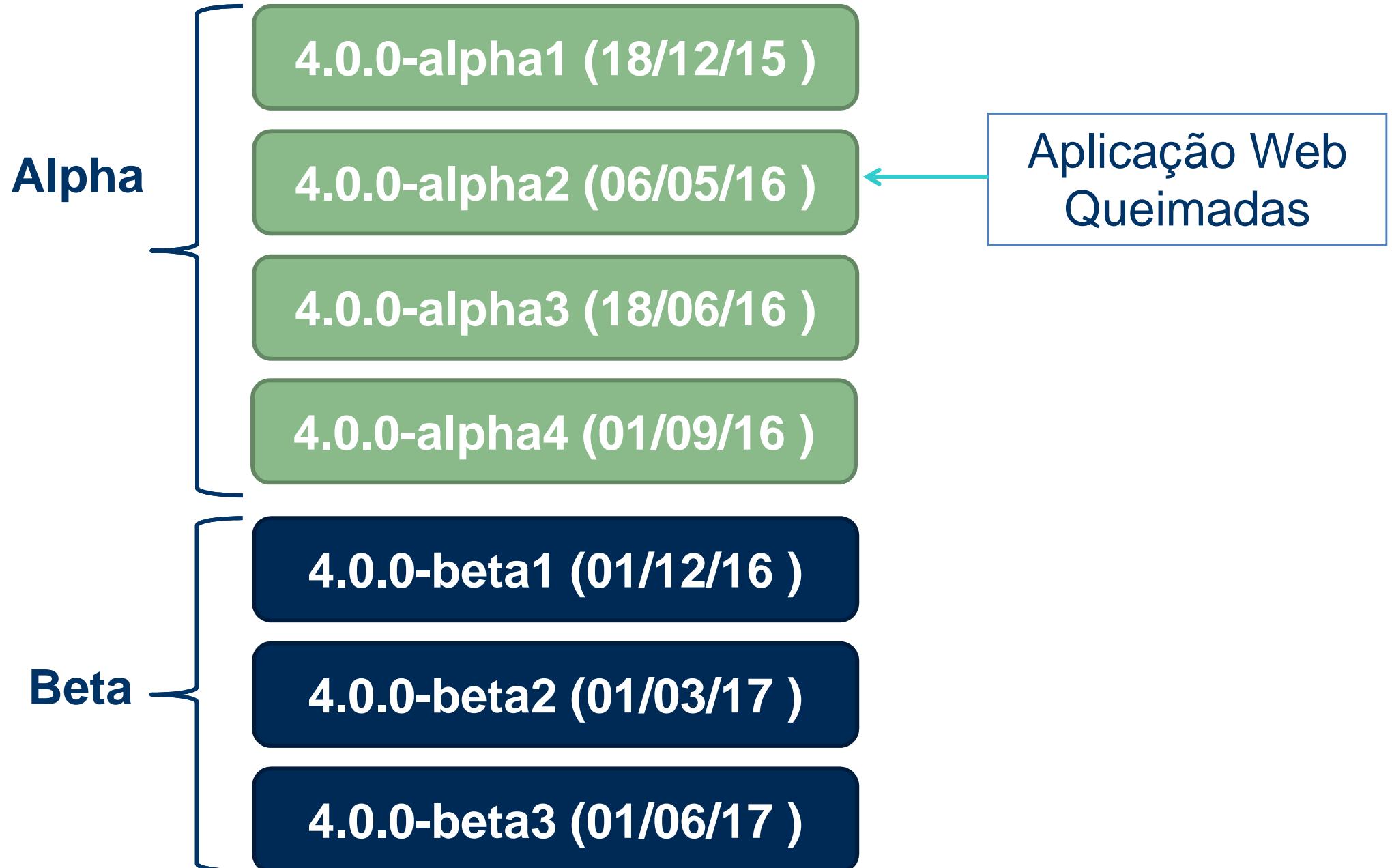
Financiamento: Banco Mundial

Prazo: 30 meses a partir de 01-Julho de
2015

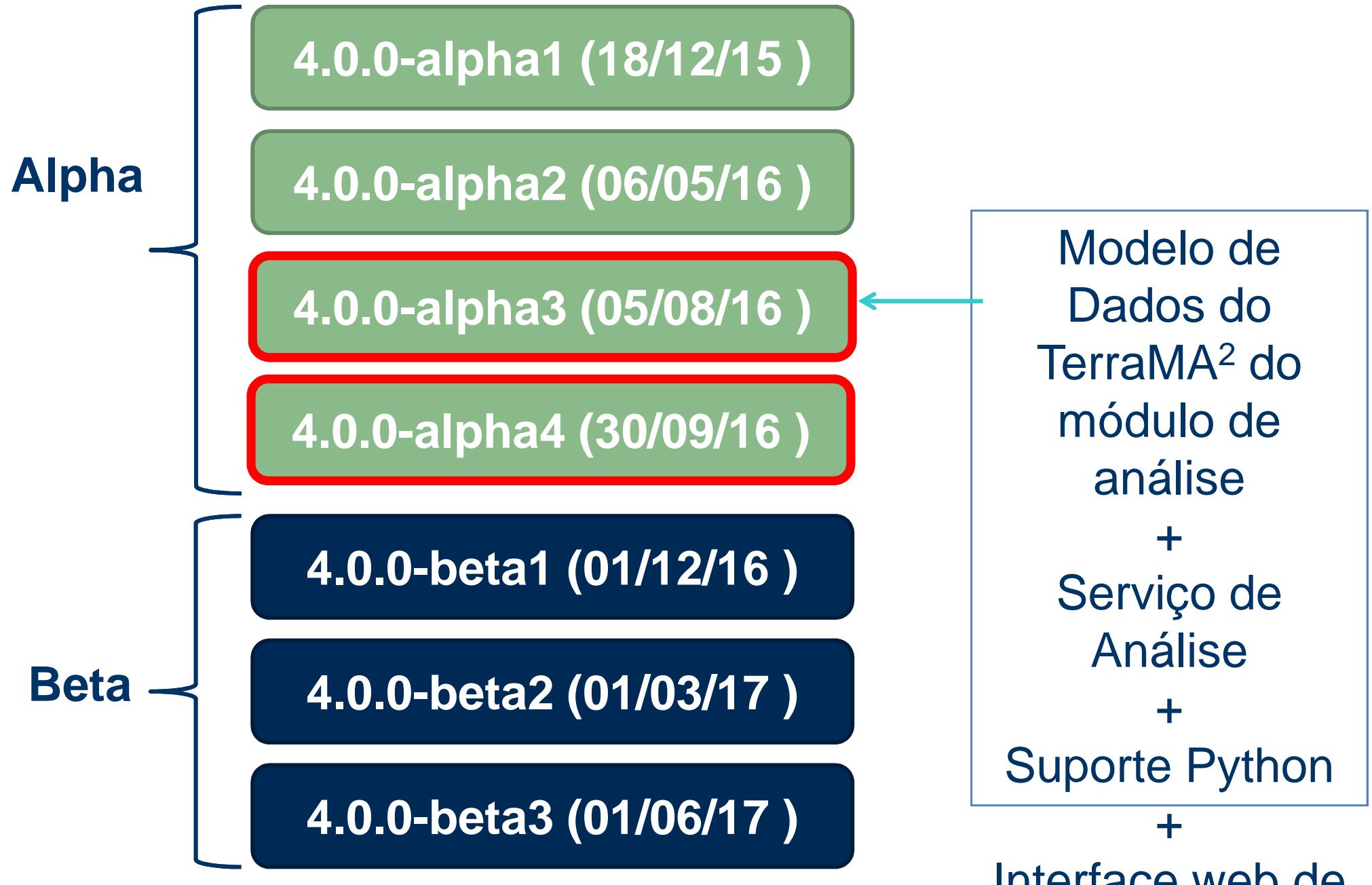
Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terrama2>



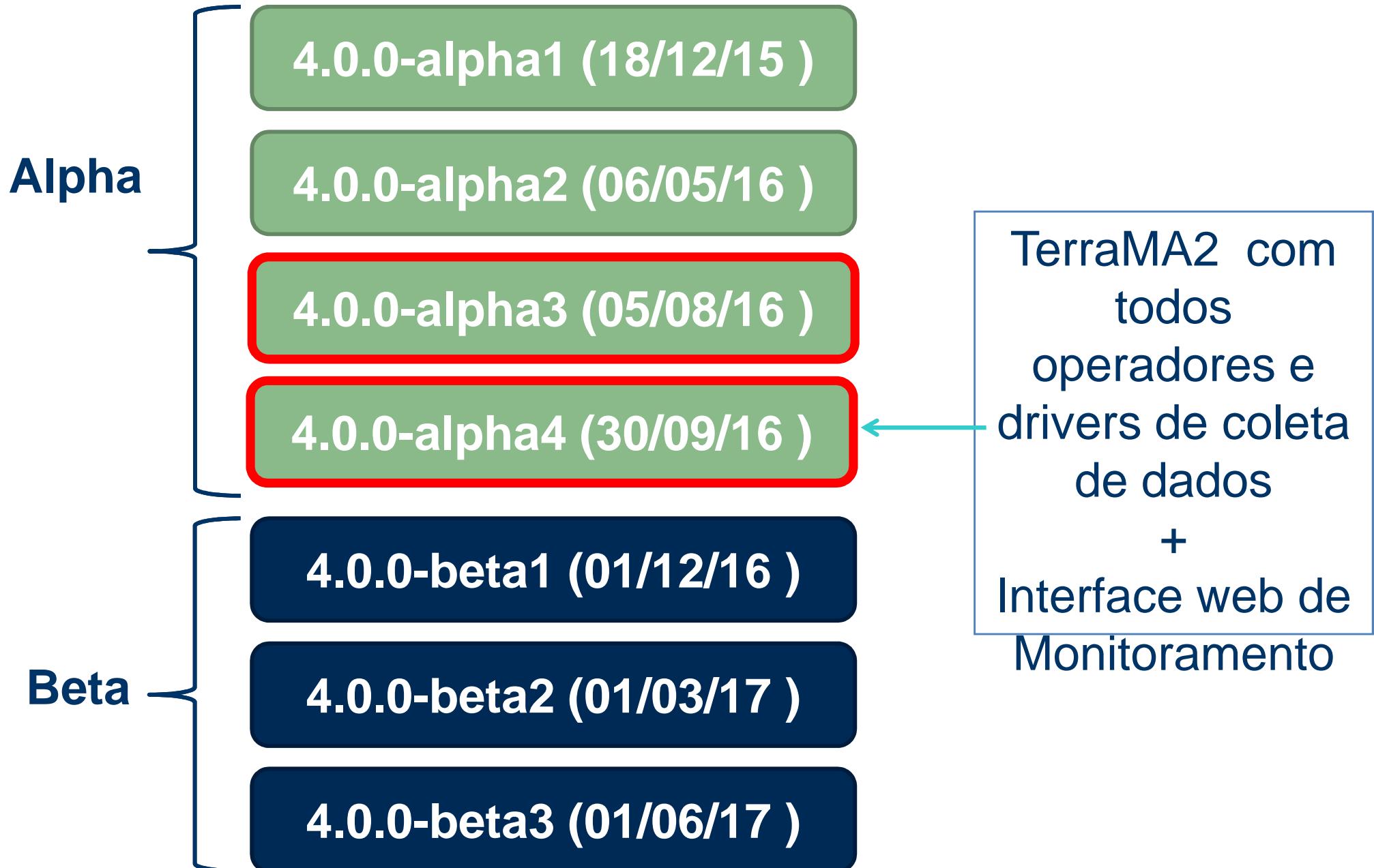
Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terraMA2>



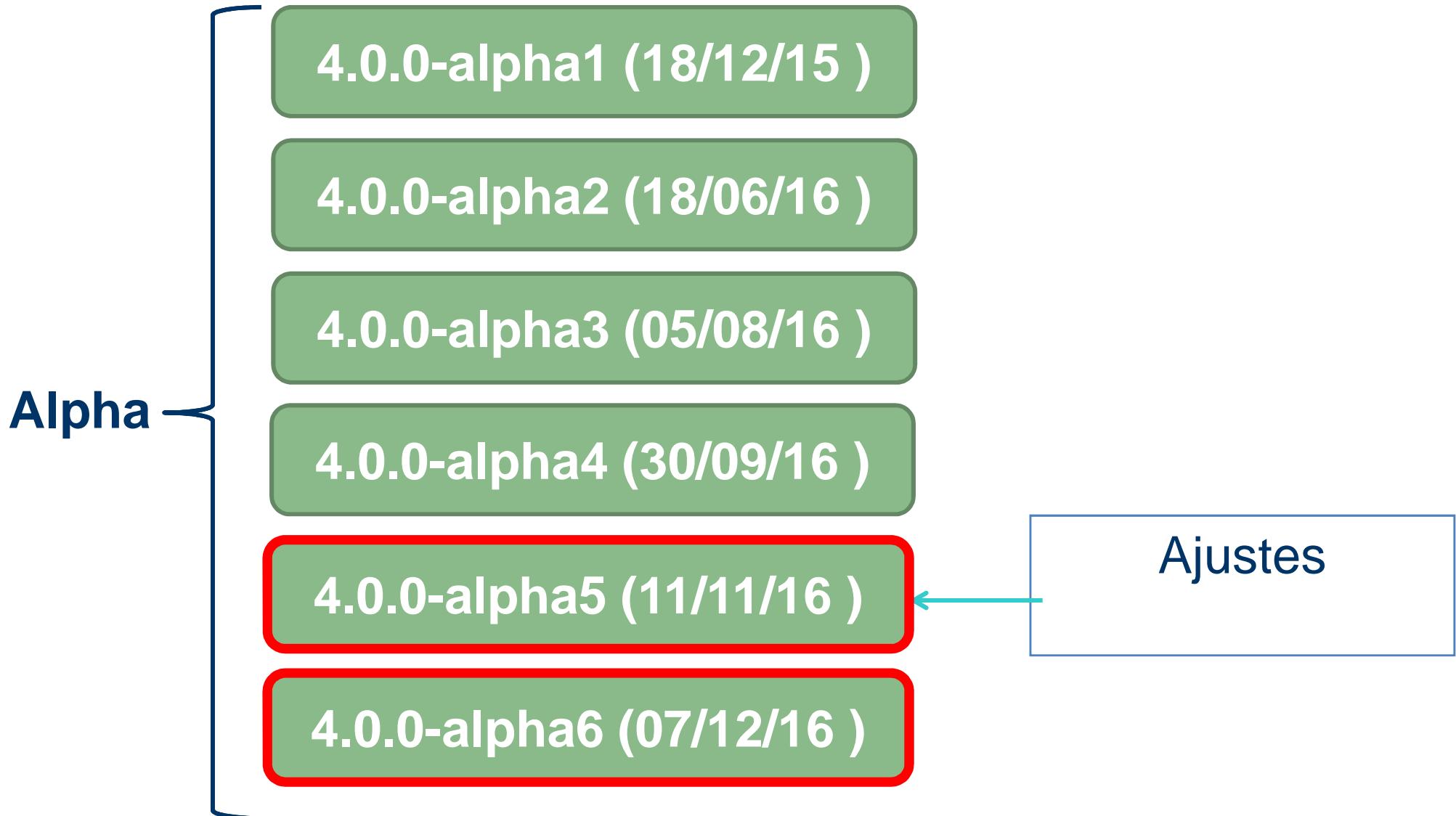
Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terraMA2>



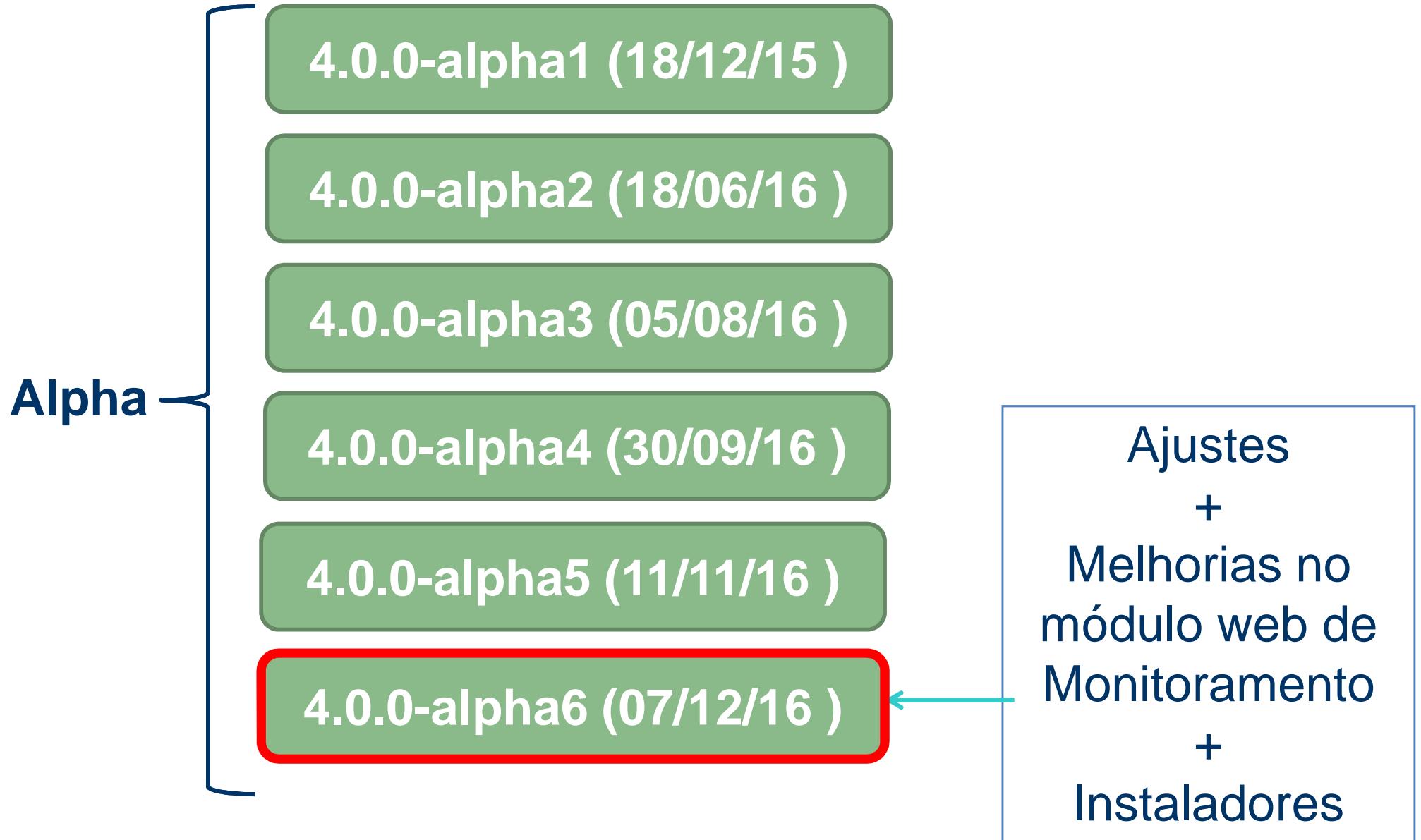
Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terraMA2>



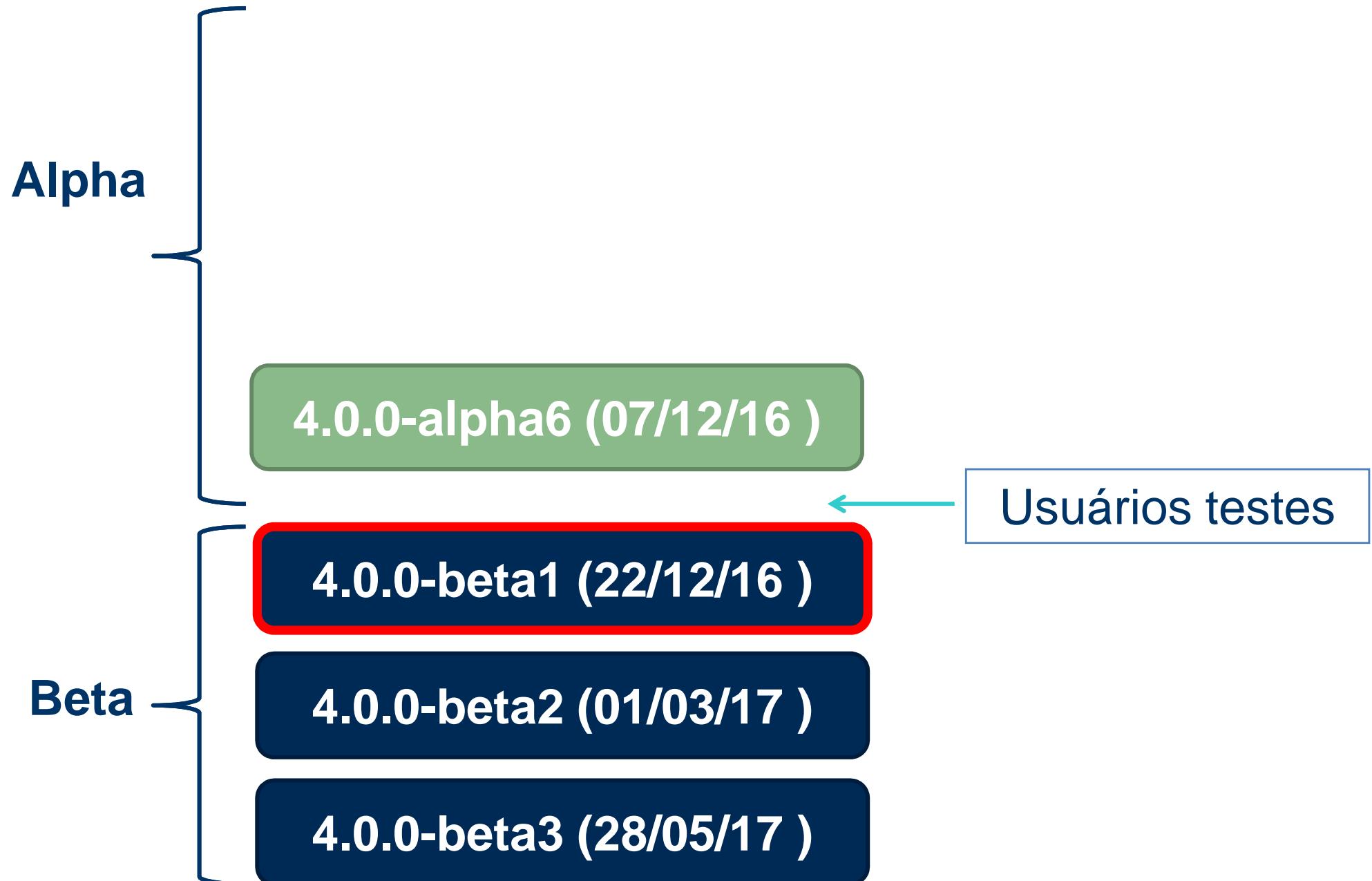
Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terraMA2>



Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terraama2>



Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terraMA2>



Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terraMA2>

Release Candidate

4.0.0-rc1 (01/08/17)

4.0.0-rc2 (01/09/17)

4.0.0-rc3 (02/10/17)

4.0.0-rc4 (01/11/17)

4.0.0 (01/12/17)

Atores

- Administrador da plataforma
 - Controle da base de dados
 - Controle dos serviços e usuários
- Especialista
 - Definição dos dados estáticos e dinâmicos utilizados
 - Definição dos modelos de análise
- Usuário final
 - Consulta e recebe alertas



Operação da Plataforma TerraMA²

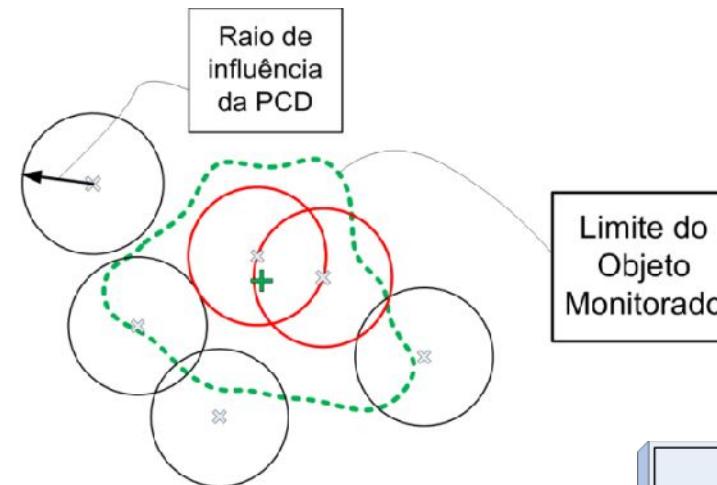
Dados necessários para operar

- **Dados dinâmicos:** são dados ambientais coletados automaticamente e que informam sobre a condição das variáveis obtidas a intervalos de tempo pré-determinados. Incluem diversos tipos de instrumentos de medição das condições ambientais tais como satélites, radares meteorológicos, estações hidrometeorológicas, entre outros. Tais dados deverão estar disponíveis em servidores de dados em computadores locais ou remotos.
- **Dados estáticos** – são mapas vetoriais ou matriciais que não tem uma dinâmica de atualização como os dados dinâmicos. Tais mapas são utilizados nos modelos de análise para serem cruzados com dados dinâmicos ou outros dados estáticos. Estes dados também devem estar disponíveis em servidores de dados na forma de arquivos convencionais ou como tabelas em bancos de dados geográficos.

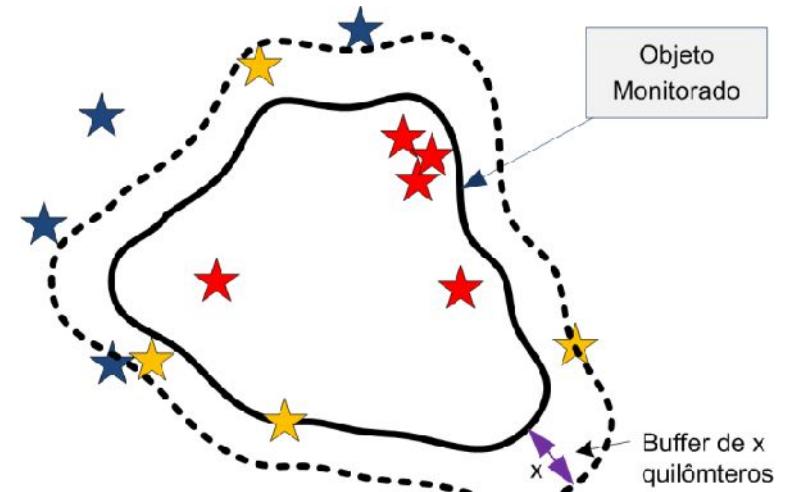
Dados Dinâmicos

Três tipos de Dados Dinâmicos podem ser coletados de servidores locais ou remotos

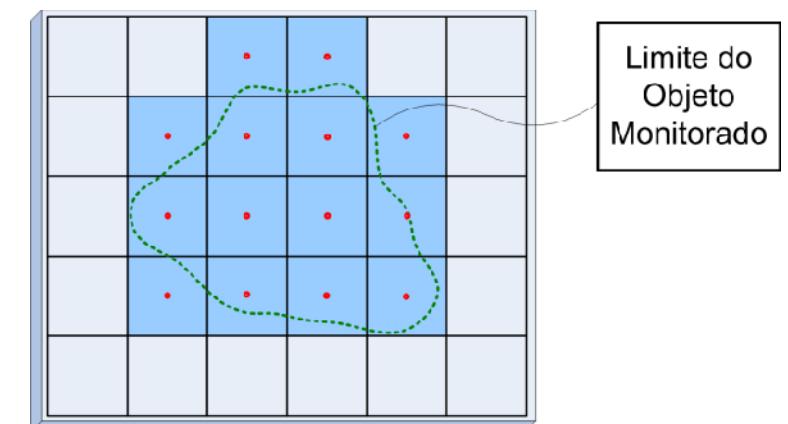
Dados de Ocorrências



Dados de PCD (pontos fixos)



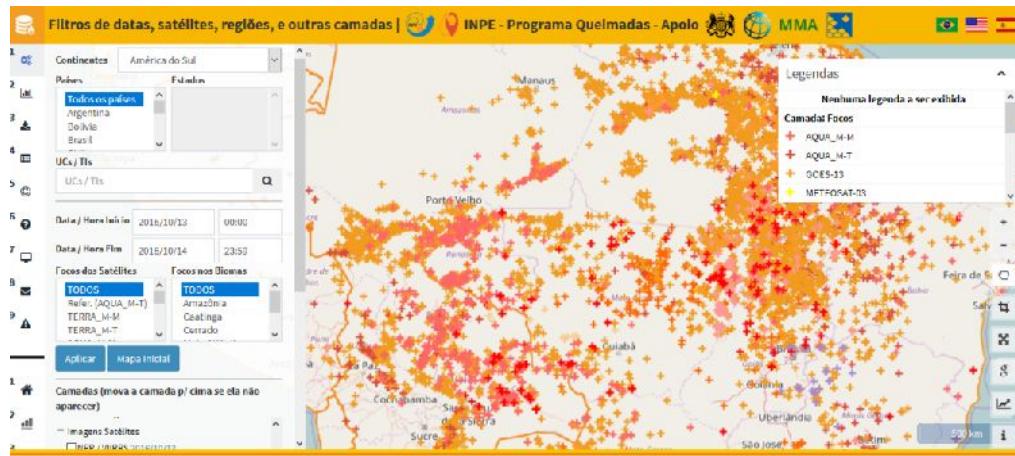
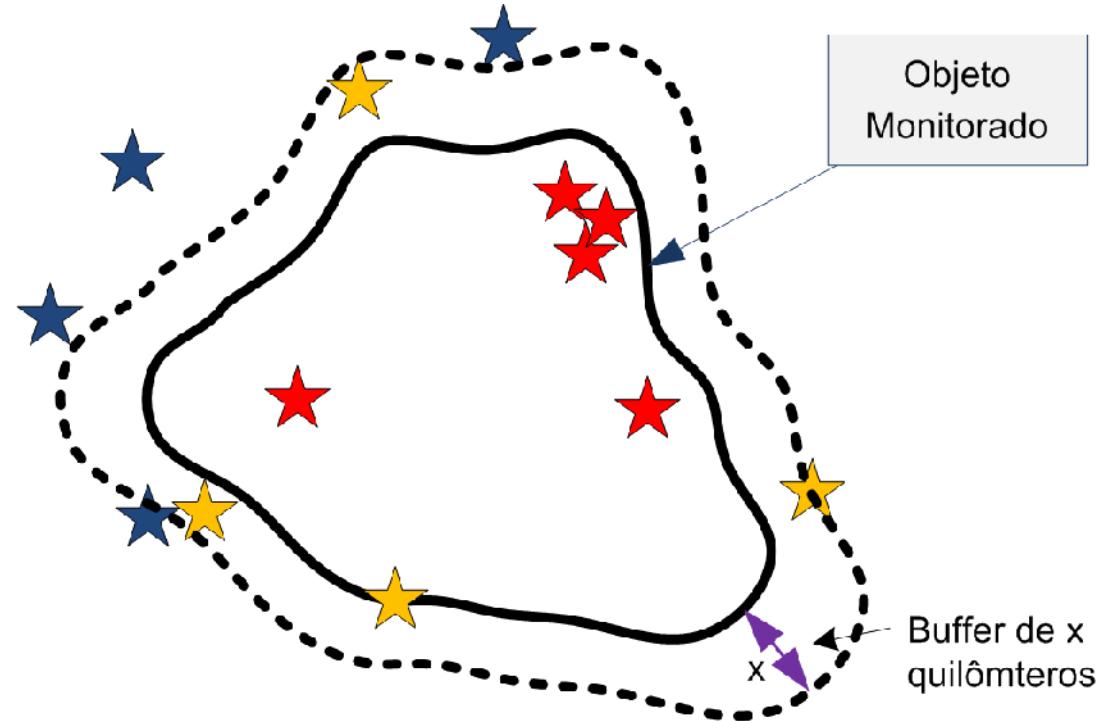
Grades numéricas multidimensional



Dados Dinâmicos

Dados de ocorrências

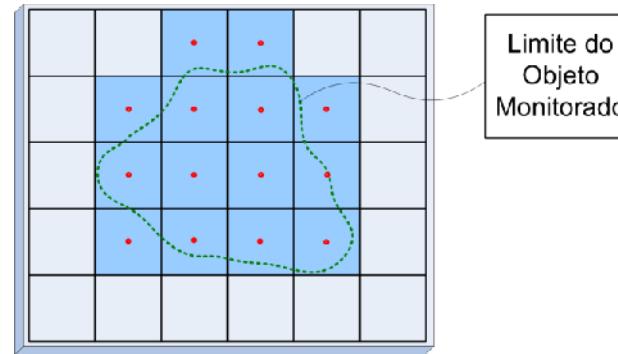
- Focos de incêndios
- Focos de doenças
- Sismos
- Descargas elétricas
- Ocorrências gerais



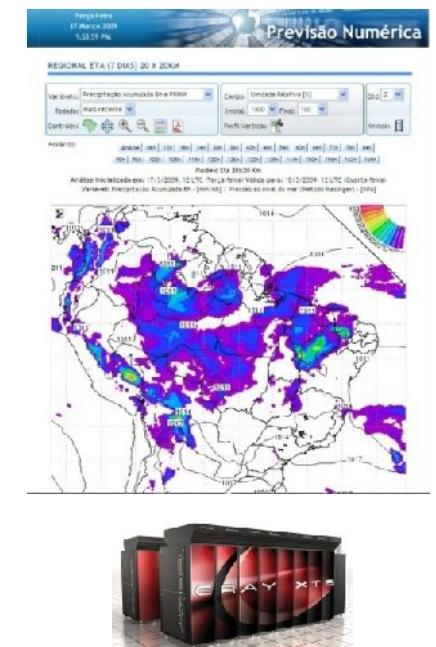
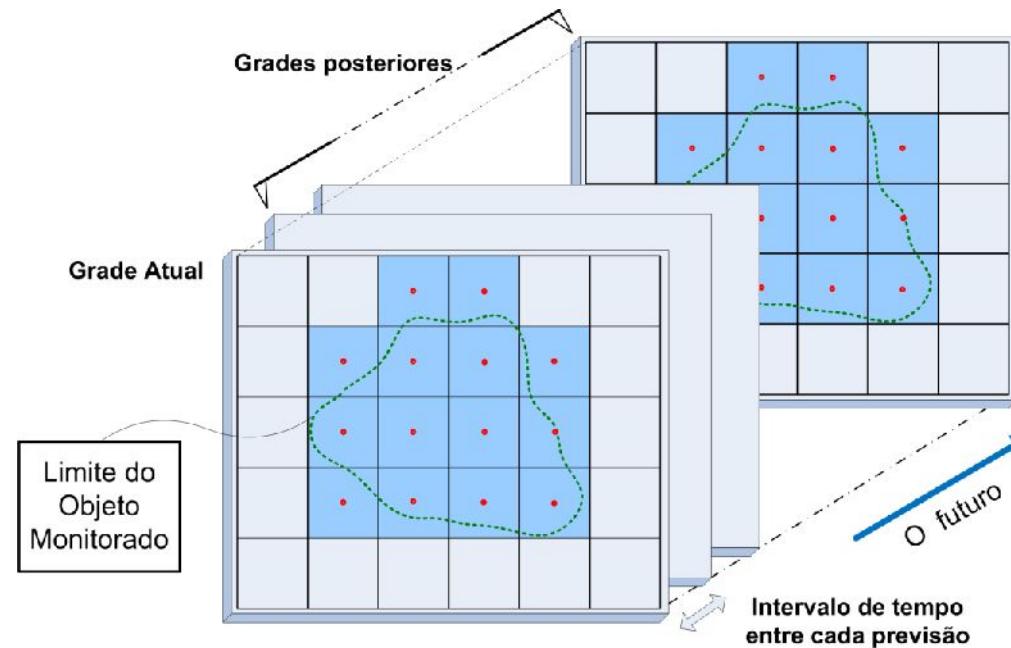
Dados Dinâmicos

Grades numéricas multidimensional

OBSERVAÇÃO
- Hidroestimador
- Raios
- Radar meteorológico

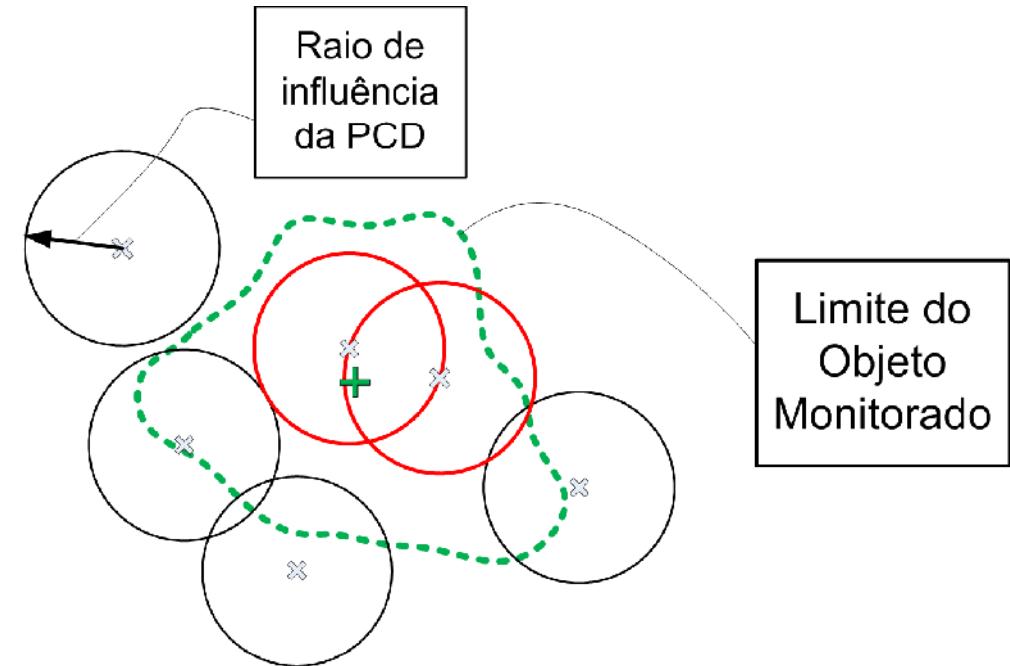


PREVISÃO
- Modelos de previsão



Dados Dinâmicos

Dados pontuais do tipo PCD



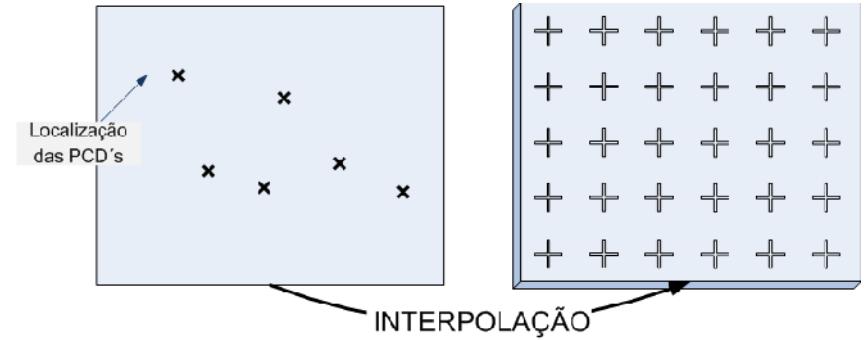
- PCDs
- Sondas
- Bóias
- Estações



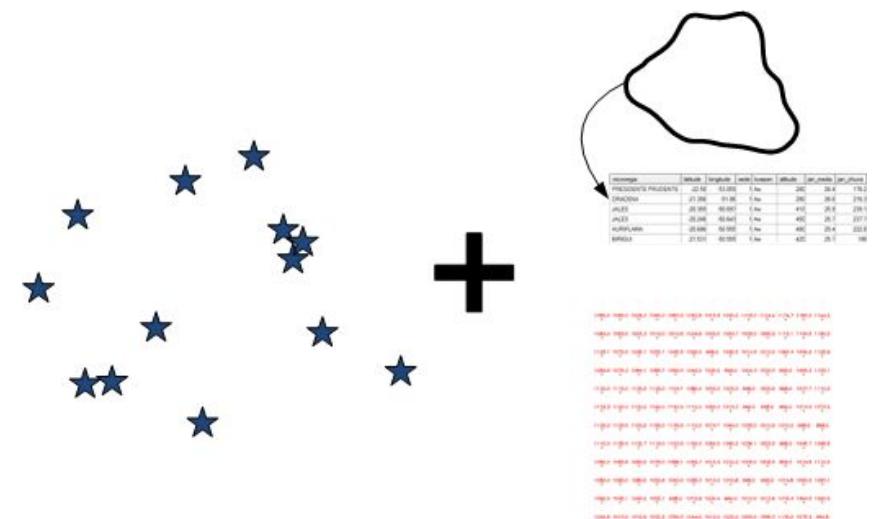
Dados Dinâmicos - Pré-processamentos e Filtros

Grades numéricas multidimensional

Dados de PCD



Dados de ocorrências



Onde obter dados ambientais dinâmicos ?

- Programa de Queimadas do INPE

<http://www.inpe.br/queimadas>



- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – INPE

<http://www.cptec.inpe.br/>



- Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais - INPE

http://sigma.cptec.inpe.br/prec_sat/



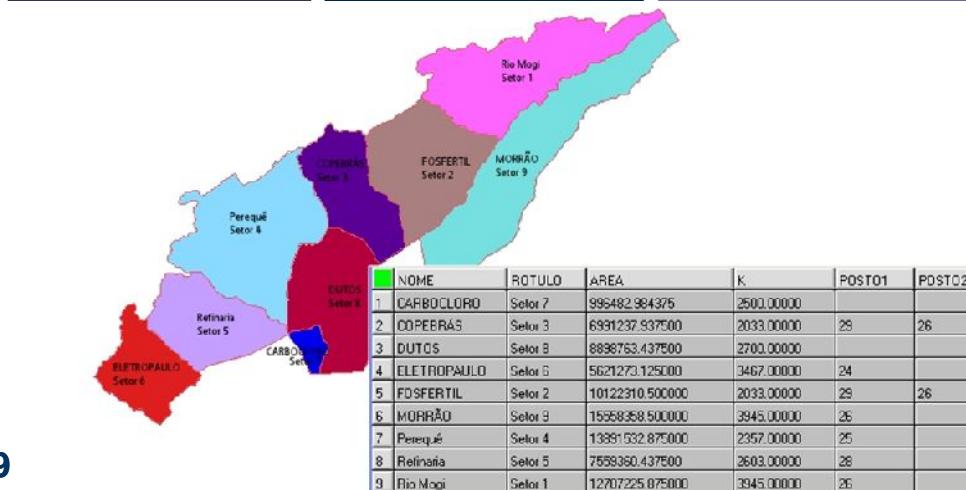
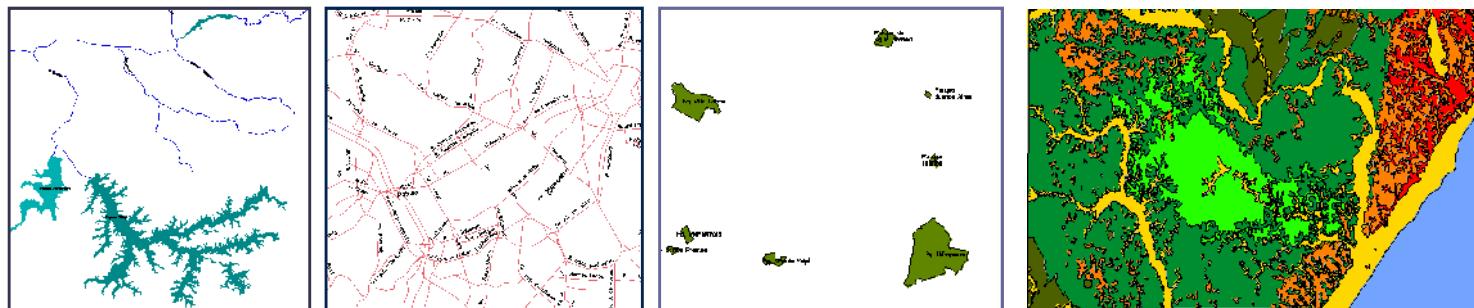
- Sistema Integrado de Dados Ambientais

<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/>



Dados Estáticos

- Mapas vetoriais – rios, estradas, dutos, áreas ocupadas, mapas de risco, etc.
 - Utilizados como objetos a serem monitorados nas análises, onde são cruzados com dados dinâmicos ou outros estáticos
 - Podem fazer interseção espacial com o objeto de monitoramento
 - Podem ser utilizados apenas para visualização no módulo de monitoramento WEB

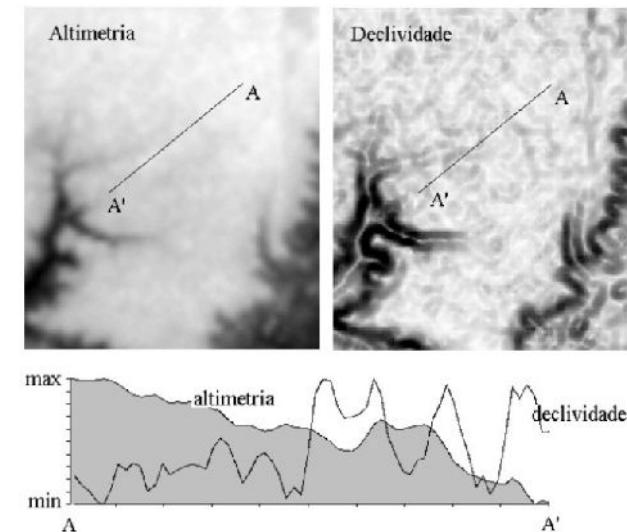


Atributos disponíveis para serem utilizados nas regras de análise

Dados Estáticos

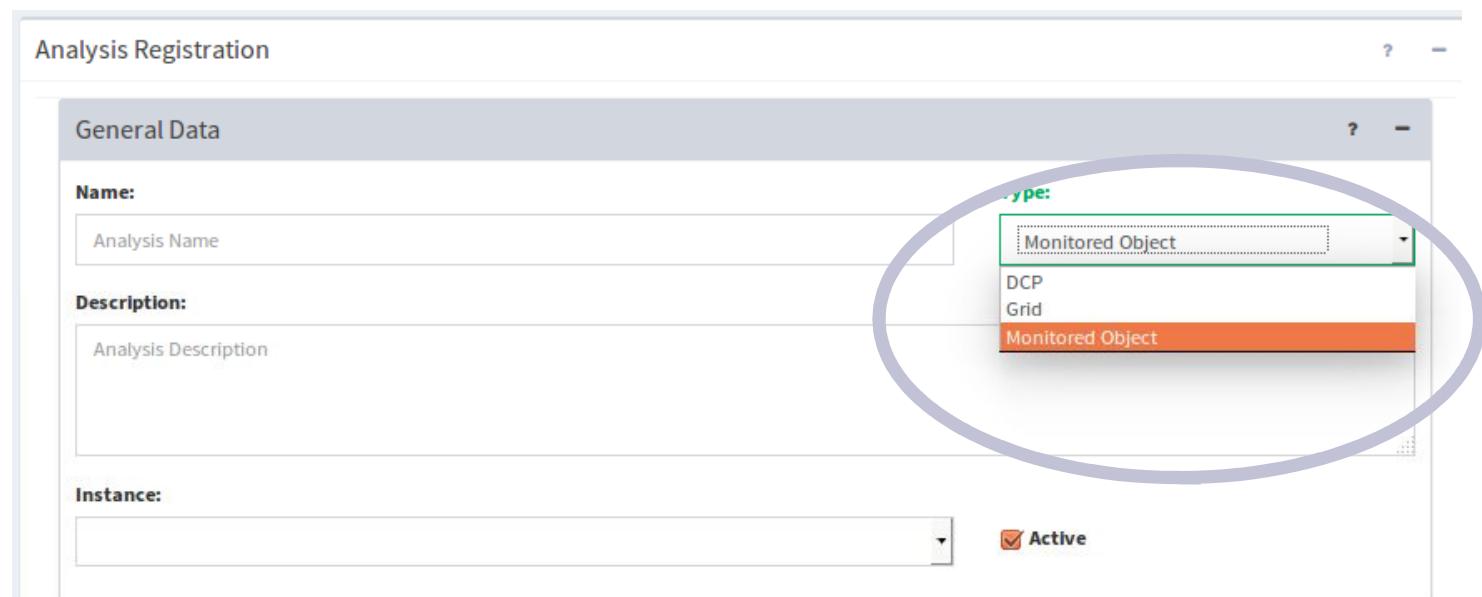
- Mapas matriciais

- Podem ser utilizados como imagens de fundo no aplicativo de monitoramento Web.
- Podem ser utilizados em análises (ex: grade de declividade) juntamente com dados dinâmicos.



Tipos de Análises

- 1) Baseada em Objetos Monitorados
- 2) Baseada em Grades
- 3) Baseada em PCD



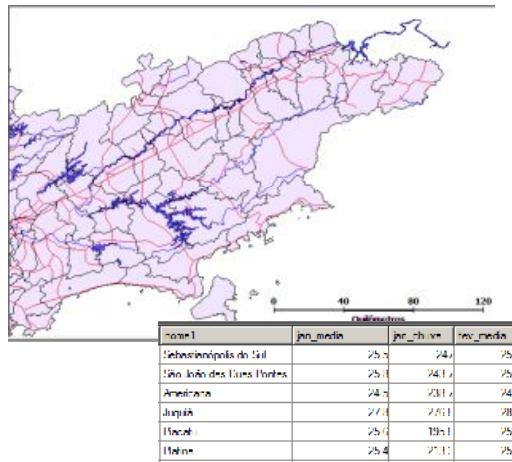
Análise com Objetos Monitorados

Utiliza um mapa estático para cruzar com dados dinâmicos

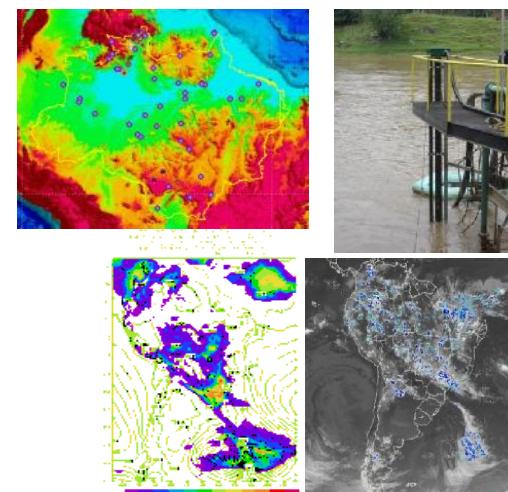
ENTRADA

- Requer um mapa vetorial previamente disponível como dado estático;
- Requer dados dinâmicos cadastrados;
- Requer um modelo de análise escrito em Python.

SAÍDA : tabela com os resultados da análise



Mapa com áreas a serem monitoradas



Dados Ambientais dinâmicos

=

↓

nome	jno_medin	jno_ch_vn	rec_medin
Sobradinhópolis do Sul	25.3	24.7	25.7
São João das Flores Pontes	25.0	24.1	25.9
Amaralina	24.5	23.1	24.6
Jurupá	27.0	27.1	28.1
Itacorubi	25.0	25.1	25.8
Itararé	25.4	27.1	25.6

=

nome	jno_medin	jno_ch_vn
Sobradinhópolis do Sul	25.3	24.7
São João das Flores Pontes	25.0	24.1
Amaralina	24.5	23.1
Jurupá	27.0	27.1
Itacorubi	25.0	25.1
Itararé	25.4	27.1



Novas colunas com resultados

Módulo de Configuração Análises (Modelos)

Na Linguagem de programação Python pode-se utilizar :

- Atributos do mapa do objeto monitorado
- Operadores Python:
Aritméticos: + - * / ^ Relacionais: == ~= < > <= >=
Lógicos: **and or not** Matemáticas: **math.abs math.acos**
math.asin math.atan
- Condicionais : if... for...
- Operadores TerraLib:
 - Zonais: **maximo minimo media conta_amostras**
 - Históricos: **operador_historico**
 - Grade: **amostra**
 - Operadores PN :**maximo_pn media_pn etc**
 - Operadores de influência das PCD's

Análises com Objetos Monitorados

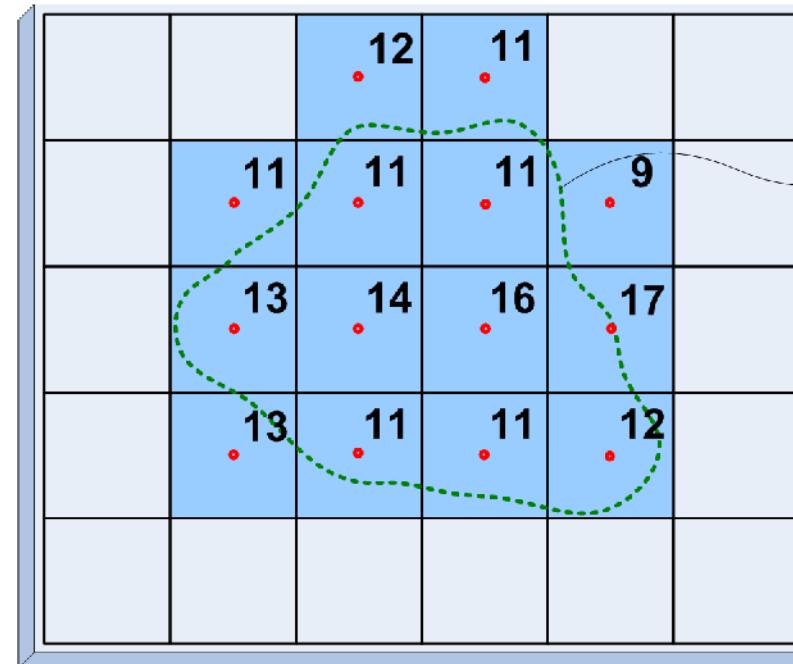
Operadores com Grades Numéricas simples

Sintaxe: grid.zonal.mean("dataSeriesName", buffer)

Grade atual de observação de umidade relativa de nome “Umin”



Dado Dinâmico Matricial (grade)



Limite do Objeto Monitorado

Exemplo:

buf1 = Buffer()

x = grid.zonal.mean("Umin", buf1)

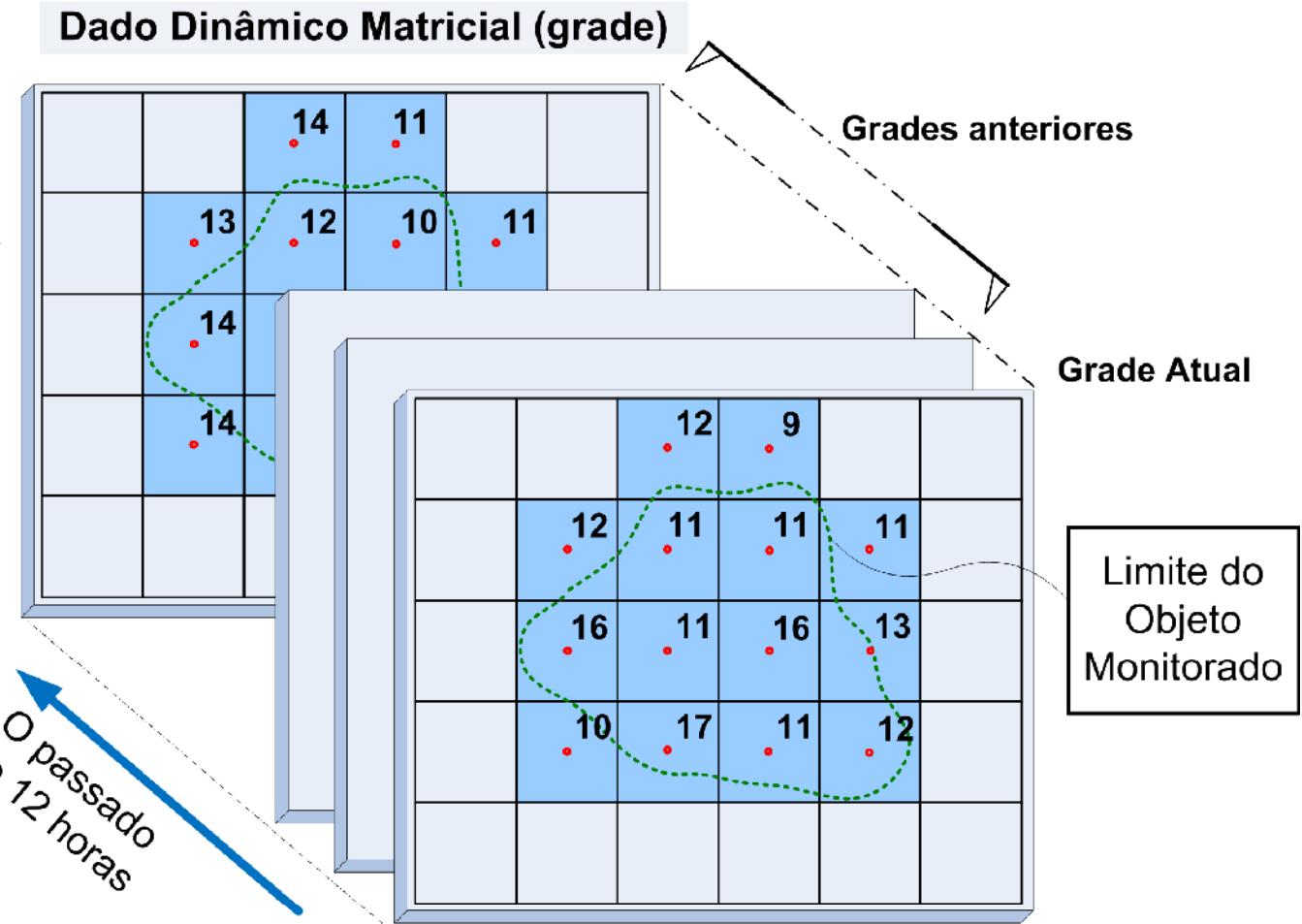
Resultado: x = 12,28

Análises com Objetos Monitorados

Operadores com Grades Numéricas simples

Sintaxe: grid.zonal.history.<operador>("dataSeriesName", "dateFilter", buffer)

Grade atual +
passado de
observação de
umidade relativa de
nome “Umin”



Exemplo:

```
buf1 = Buffer( )
```

```
x = grid.zonal.history.min("Umin", "12h", buf1)
```

Resultado: $x = \text{mínimo de } ((10 + \dots + 14) \dots (9 + \dots + 11))$

Análises com Objetos Monitorados



Operadores com Grades Numéricas Multidimensional



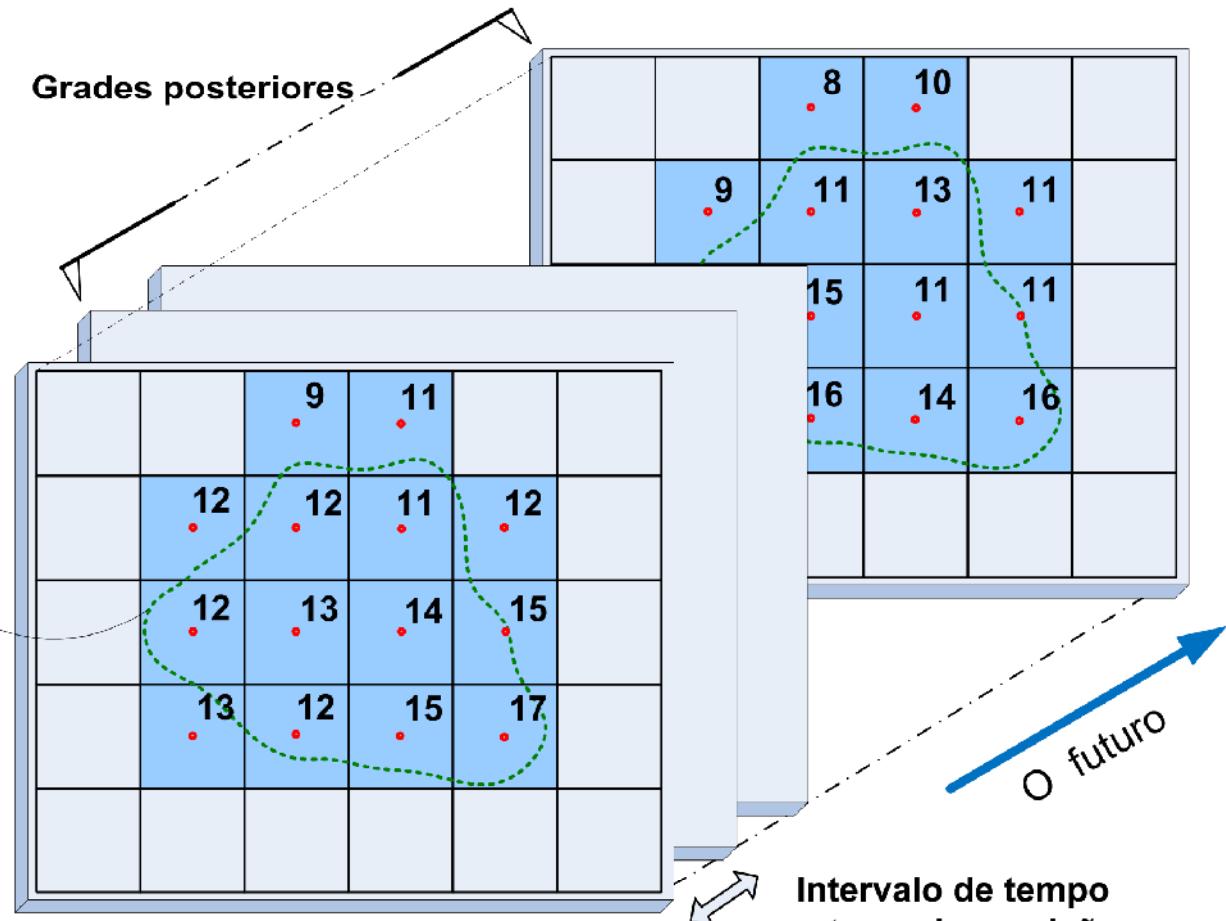
Sintaxe: grid.zonal.forecast.<operator>("dataSeriesName", "dateFilter", buffer)

Grade de previsão
de umidade (arquivo
com várias
camadas) de nome
“Umin”

Grade Atual

Limite do
Objeto
Monitorado

Dados Dinâmicos Matriciais Multidimensionais (grades)



Exemplo:

```
buf1 = Buffer( )
```

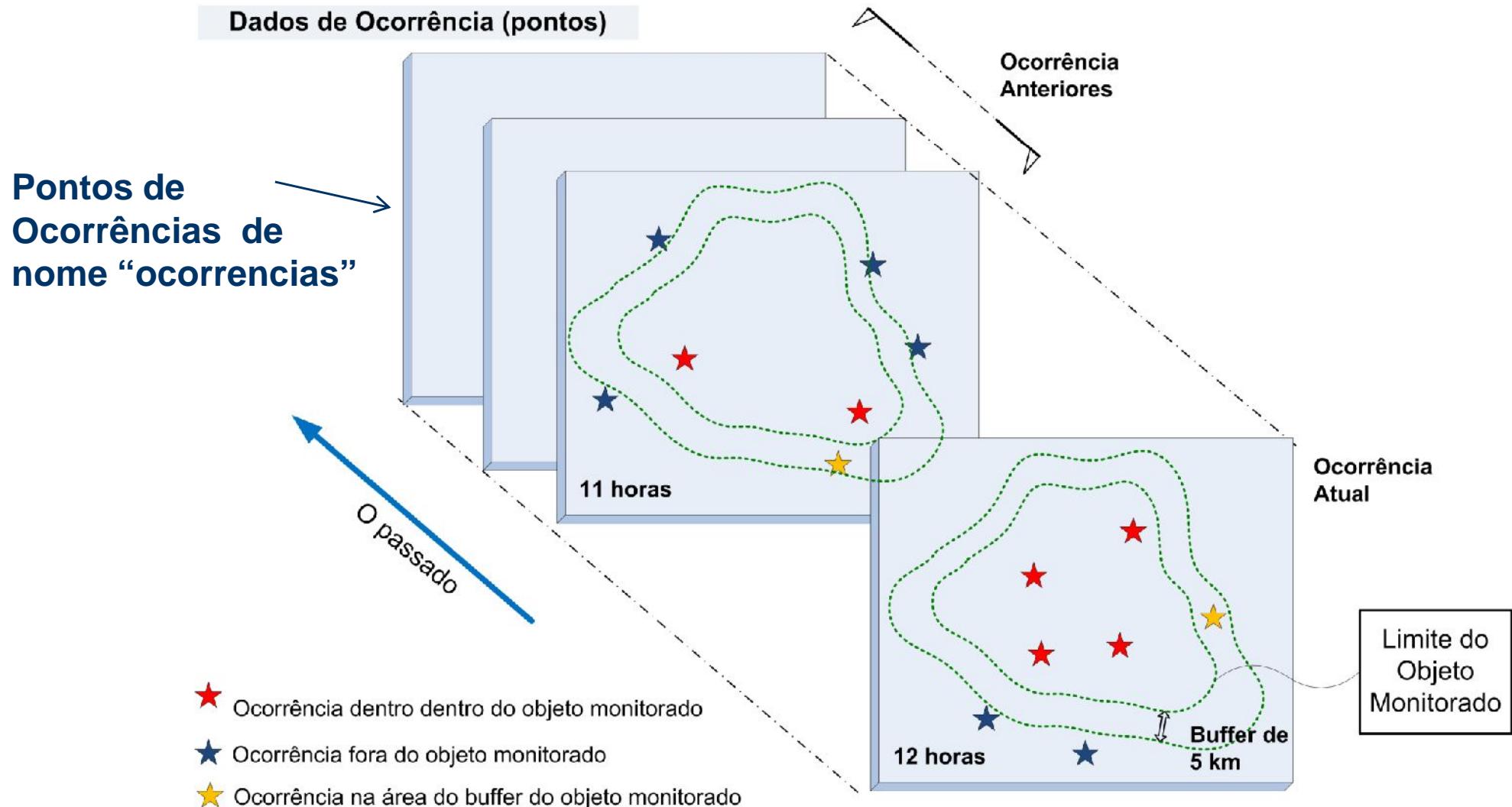
```
x = grid.zonal.forecast.max("Umin", buf1)
```

Resultado: x = máximo de ((14 + ... + 17), ..., (12 + ... + 14))

Análises com Objetos Monitorados

Operadores com Ocorrências

Sintaxe: occurrence.count("dataSeriesName", buffer, "dateFilter", "restriction")



Exemplo: `buf1 = Buffer(BufferType.Out, 5, "km")
x = occurrence.count("ocorrencias", buf1, "2h", "UF = 'AM'")`

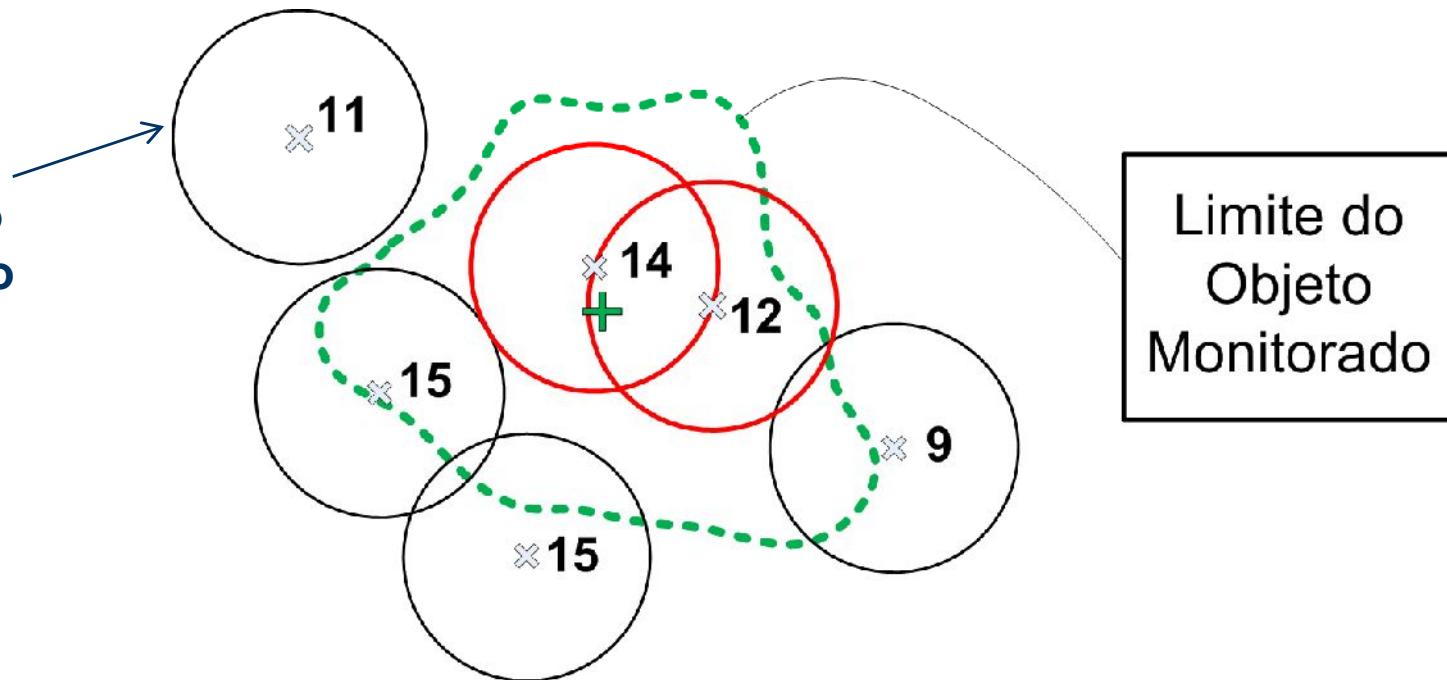
Resultado: `x = 2` (1 ponto as 11h e 1 ponto as 12h)

Análises com Objetos Monitorados

Operadores com PCD

Sintaxe: dcp.zonal.<operator>("dataSeriesName", **dcpid**, "attribute")

Pontos de PCD's do IBAMA com atributo "Pluvio"



Exemplo:

```
buf1 = Buffer( )
ids = dcp.influence.by_rule("Serra do Mar", buf1)
x = dcp.zonal.max("PCD_IBAMA", "unid", ids)
```

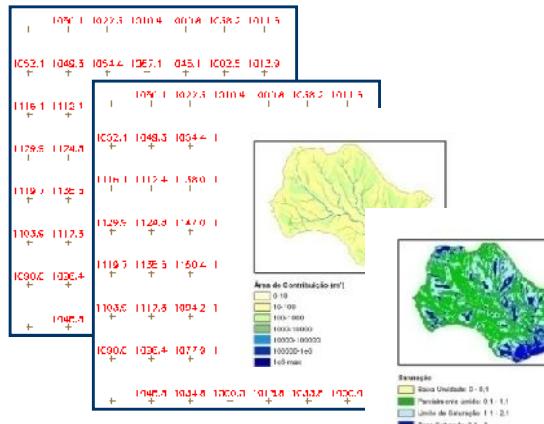
Resultado: var1 = 15 (se regra de influência é TOCA)
var1 = 14 (se regra de influência é CENTRO)

Análise baseada em Grades

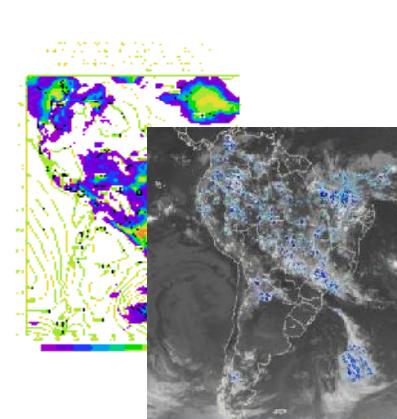
– ENTRADA

- Mapas estáticos matriciais disponíveis
- Requer dados dinâmicos matriciais cadastrados (pelo menos um)
- Requer um modelo de análise escrito em Python

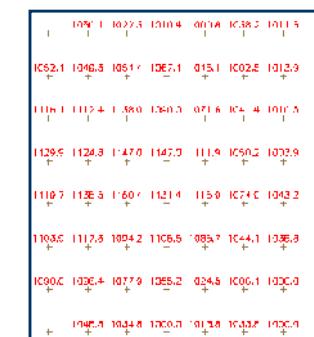
– SAÍDA : Dado dinâmico matricial.



Dados matriciais
estáticos

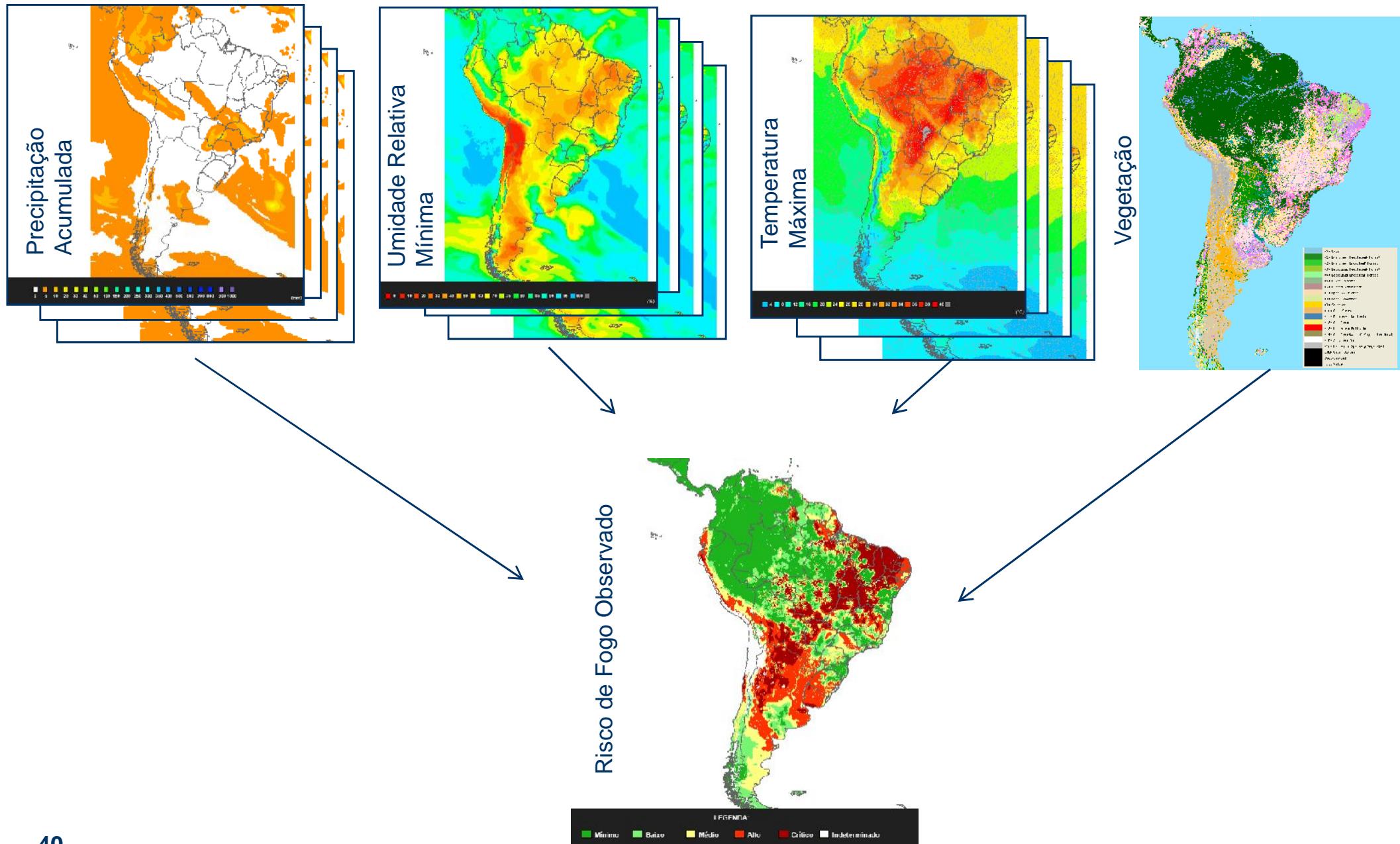


Dados dinâmico
matricial



Dados dinâmico
matricial

Cálculo do Risco de Fogo Observado



TerraMA² - Análise baseado em Grades Cálculo do Risco de Fogo Observado

$$fp1 = e^{-0.14*prec}; \quad fp2 = e^{-0.07*prec}; \quad fp3 = e^{-0.04*prec}; \quad fp4 = e^{-0.03*prec}; \\ fp5 = e^{-0.02*prec}; \quad fp6a10 = e^{-0.01*prec}; \quad fp11a15 = e^{-0.008*prec}; \\ fp16a30 = e^{-0.004*prec}; \quad fp31a60 = e^{-0.002*prec}; \quad fp61a90 = e^{-0.001*prec}; \\ fp91a120 = e^{-0.0007*prec}.$$

$$PSE = 105 * fp1 * fp2 * fp3 * fp4 * fp5 * fp6a10 * fp11a15 * fp16a30 * fp31a60 * fp61a90 * fp91a120$$

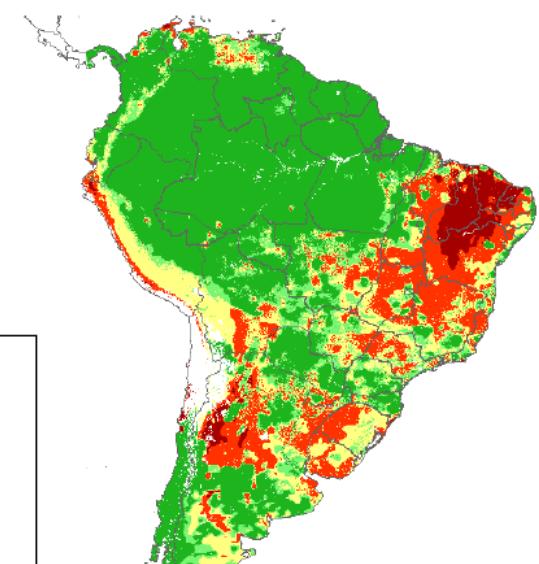
$$Rb_{n=1,7} = \frac{0.9*[1+\sin(A_{n=1,7}*PSE)]}{2},$$

$$Fator\ Umidade = FU = UR * -0.006 + 1.3$$

$$Fator\ Temperatura = FT = Tmax * 0.02 + 0.4$$

$$RF = Rb * FT * FU,$$

RISCO	Valores RF
Mínimo	➤ 0.15
Baixo	➤ 0.15 < 0.40
Médio	➤ 0.40 < 0.70
Alto	➤ 0.70 < 0.95
Critico	➤ 0.95



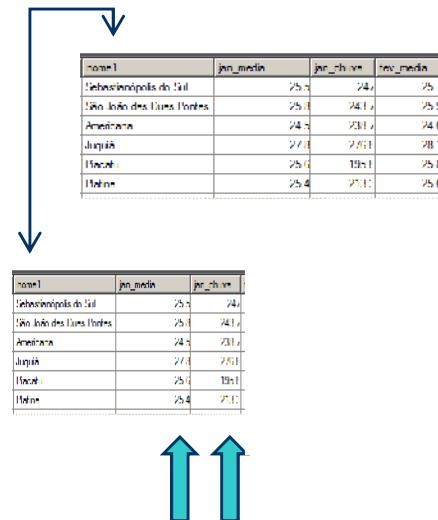
Análise de PCD

Utiliza a localização de PCD's para alertar de alguma anomalia no ponto



PCD's no campo

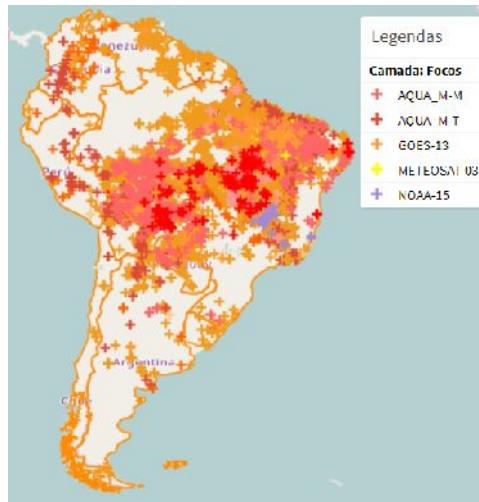
nome	jan_media	jan_chuv	fev_media
Sobradinhópolis do Sul	25,3	247	25,7
São João das Dúas Pontes	25,8	243,7	25,9
Amorânia	24,5	233,7	24,6
Jucuá	27,3	275,6	28,1
Praçaú	25,5	195,8	25,8
Platina	25,4	213,3	25,6



Novas colunas com resultados

Exemplo de integração de dados

Qual o nível de alerta considerando que há ocorrências de focos de queimadas próximos a uma área ambiental nas ultimas 6 horas e a previsão da umidade é menor que 30% nas próximas 4 horas ?

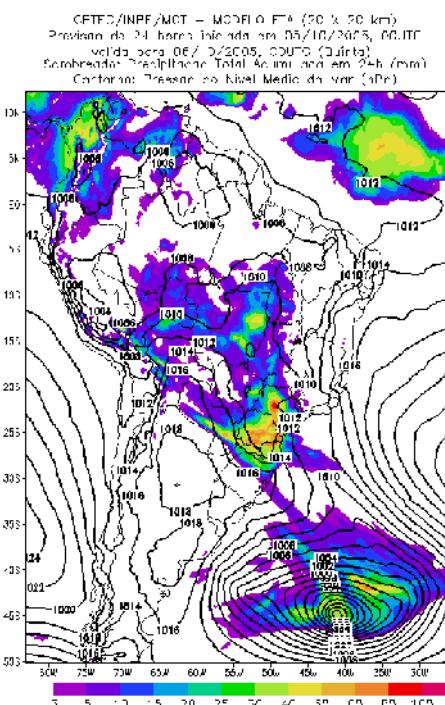


Focos de Queimadas

- Dados a cada 15 min.
- Contagem de pontos

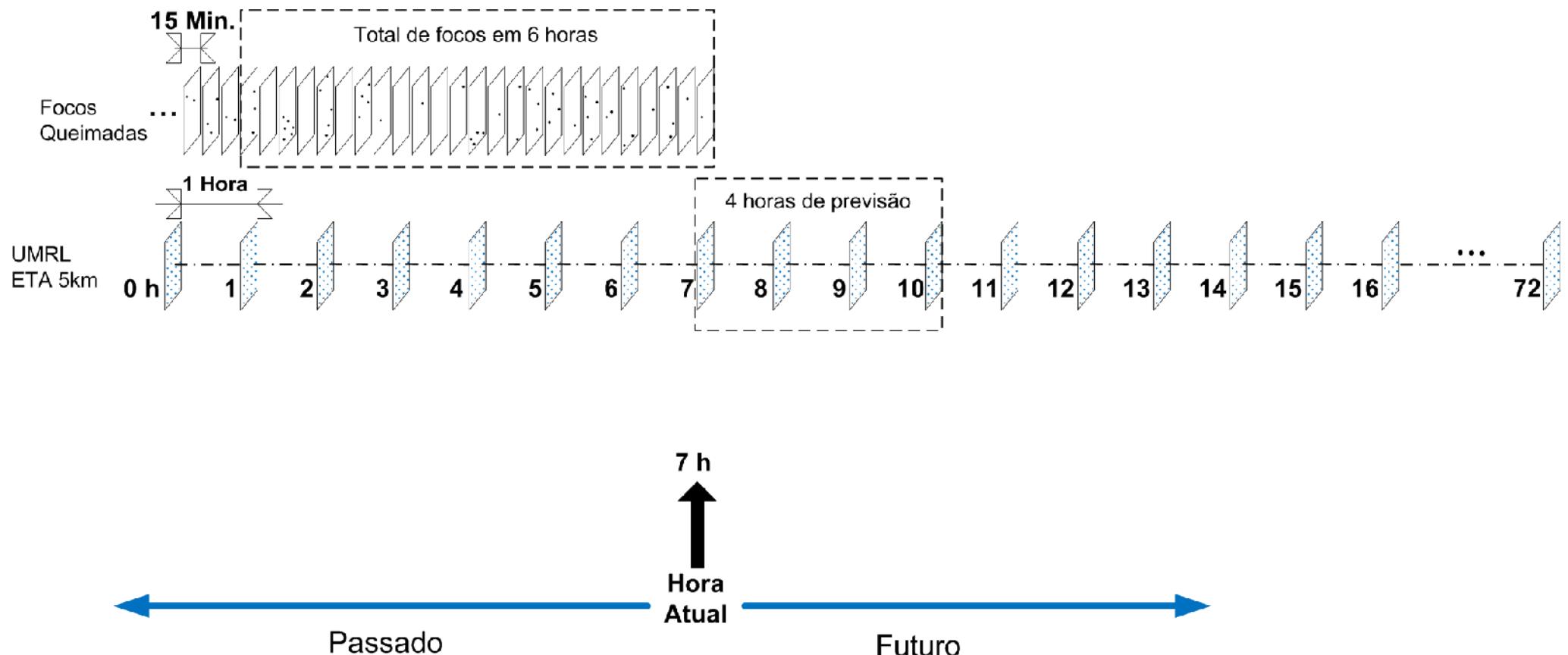
Previsão – ETA Model

- Rodado 2 x /dia (0 h e 12 h)
- Valores em % (para eta 5 x 5 km)



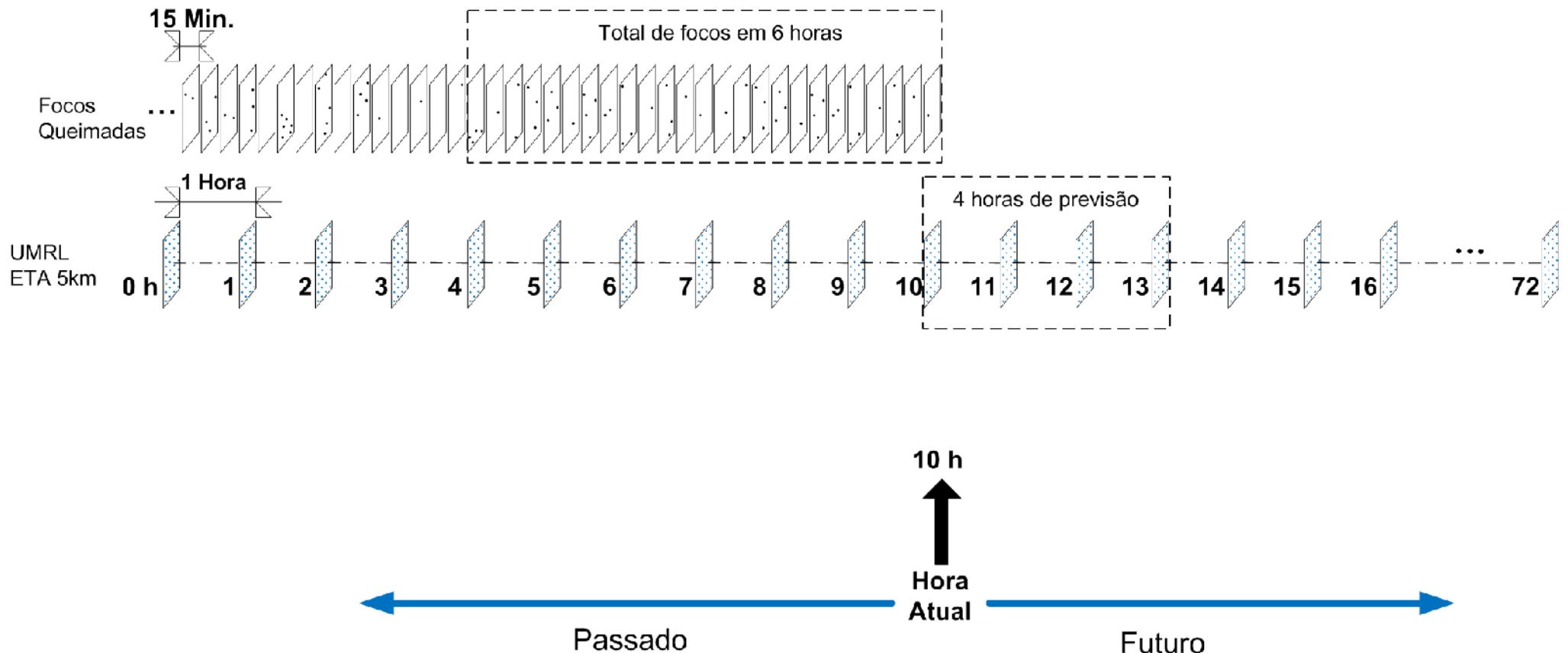
```
var1 = occurrence.zonal.count("ocorrencias", Buffer(), "6h")
var2 = grid.zonal.forecast.min("ETA5km", "4h", Buffer())
```

var3 = var1 + var2 ?



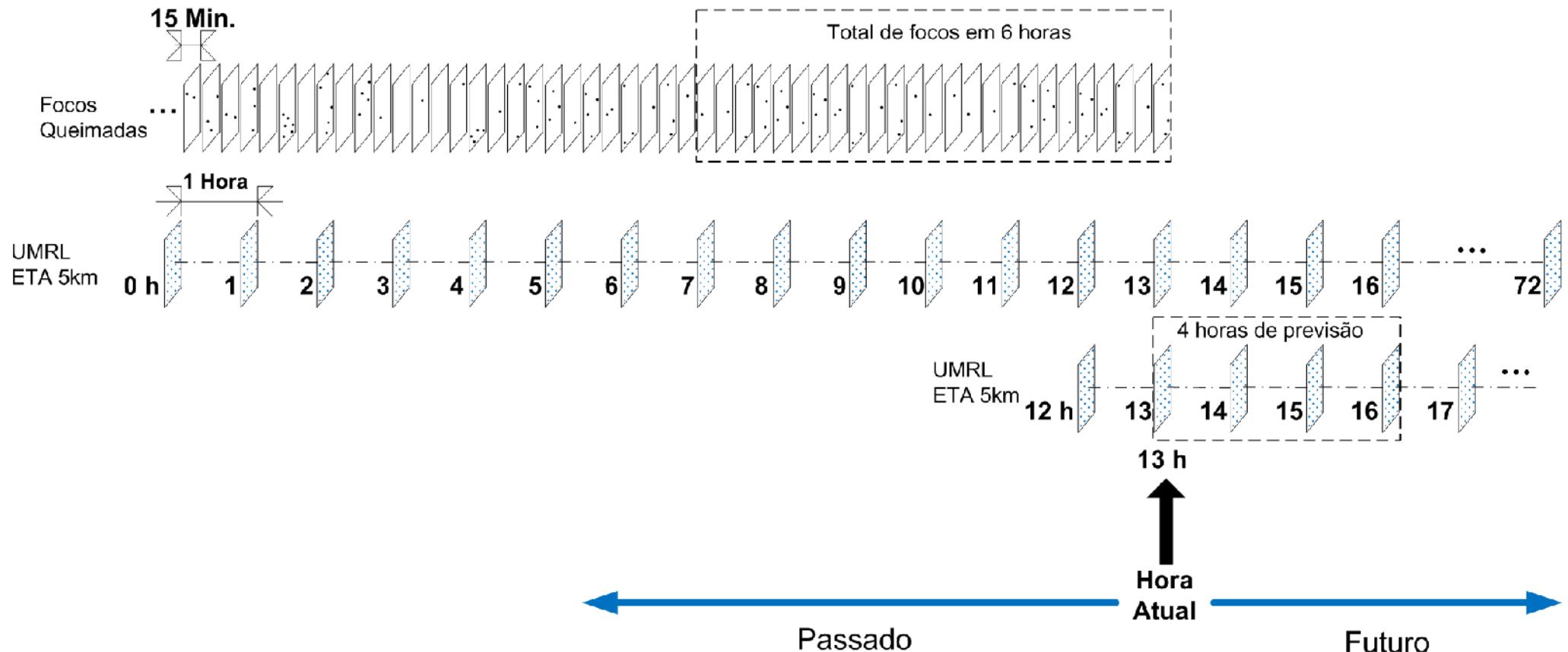
```
var1 = occurrence.count("ocorrencias", Buffer(), "6h")
var2 = grid.zonal.forecast.min("ETA5km", "4h", Buffer())
```

var3 = var1 + var2 ?



```
var1 = occurrence.count("ocorrencias", Buffer(), "6h")
var2 = grid.zonal.forecast.min("ETA5km", "4h", Buffer())
```

var3 = var1 + var2 ?



Módulo de Administração WEB PROJETOS

TerraMA²

Administrator

ENERGISA TO

- Projetos
- Servidores de Dados
- Dados Dinâmicos
- Dados Estáticos
- Análises
- Visualizações
- Alertas
- Situação Atual
- Administração

Projeto

Digite para pesquisar

Nome

Descrição

Nome	Descrição	Ações
ENERGISA MS	Energisa Mato Grosso do Sul	 Editar   Remover
ENERGISA MT	Energisa Mato Grosso	 Editar   Remover
ENERGISA TO	Energisa Tocantins	 Editar   Remover

« < 1 > »

Módulo de Administração WEB SERVIDORES de DADOS

TerraMA² ≡ Brasil Sair

 Administrator

Mato Grosso

- Projetos
- Servidores de Dados
- Dados Dinâmicos
- Dados Estáticos
- Análises
- Visualizações
- Alertas
- Situação Atual

Administração

Perfil

Servidores de Dados

Digite para pesquisar

Nome	Tipo	Descrição	Ações
 Local Database PostGIS	POSTGIS	Local Database PostGIS data server	<input type="button" value="Remover"/>
 Local Folder	ARQUIVO	Local Folder data server	<input type="button" value="Remover"/>
 Servidor DGI	FTP	Servidor de Queimadas	<input type="button" value="Remover"/>

« < 1 > »

Módulo de Administração WEB DADOS DINÂMICOS

TerraMA² ≡ ? – Brasil Sair

Administrator

Mato Grosso

- Projetos
- Servidores de Dados
- Dados Dinâmicos**
- Dados Estáticos
- Análises
- Visualizações
- Alertas
- Situação Atual
- Administração
- Perfil

Séries de Dados Dinâmicos

Digite para pesquisar Avançado +

Nome	Tipo	Ações
An_focos Municipios	Objeto monitorado	Executar Remover
An_focos_UC	Objeto monitorado	Executar Remover
Focos	Ocorrência	Executar Remover

« ‹ 1 › »

Módulo de Administração WEB

DADOS ESTÁTICOS

TerraMA² ≡ Brasil Sair

Dados Estáticos

Digite para pesquisar Avançado +

Nome	Tipo	Ações
Unidade de Conservação	Objeto Geométrico	Remover
Municípios de MT	Objeto Geométrico	Remover
Limite e MT	Objeto Geométrico	Remover

« ‹ 1 › »

TerraMA²

- Administrator
- Mato Grosso**
 - Projetos
 - Servidores de Dados
 - Dados Dinâmicos
 - Dados Estáticos**
 - Análises
 - Visualizações
 - Alertas
 - Situação Atual
- Administração
- Perfil

Módulo de Administração WEB ANÁLISES

TerraMA² Sair

Administrator

Mato Grosso

- Projetos
- Servidores de Dados
- Dados Dinâmicos
- Dados Estáticos
- Análises**
- Visualizações
- Alertas
- Situação Atual

Administração

Perfil

Registro de Análise

Dado Geral

Nome: An_focos Municipios

Descrição: Análise de focos de Queimadas

Tipo: Objeto Monitorado

Serviço: Local Analysis Ativo

Armazenar

Formato de saída: Análise de objeto monitorado

Armazenar Dados: Local Database PostGIS

Table Name: an_focos_mun 

Agendamento

Tipo: Automático

Módulo de Administração WEB

ANÁLISES

Programa

Modelo de Análises:

```
1 #  
2 buffer1 = Buffer()  
3  
4 b1 = occurrence.zonal.count("focos", "24h", buffer1)  
5  
6 add_value("conta_focos",b1)
```

Módulo de Administração WEB VISUALIZAÇÕES

TerraMA² ≡ Brasil Sair

Administrator

Mato Grosso

- Projetos
- Servidores de Dados
- Dados Dinâmicos
- Dados Estáticos
- Análises
- Visualizações**
- Alertas
- Situação Atual
- Administração
- Perfil

Visualizações

Digite para pesquisar Avançado +

Nome	Descrição	Executar	Remover
Municípios MT		Executar	Remover
Unidades de Conservação		Executar	Remover
V_An_focos_Munic		Executar	Remover
V_An_focos_UC		Executar	Remover
V_focos	Visualização de Focos de Queimadas	Executar	Remover

« < 1 > »

Módulo de Monitoramento WEB

localhost:36001

130% C Search

INPE MMA

VIEWS

- Analysis
- Dynamic Data
- Static Data
 - Municípios Afetados
- Template
- Custom

WMS URI Add

VISIBLE LAYERS

Municípios Afetados

Opacity: 26%

Módulo de Monitoramento WEB

TerraMA² Ⓜ INPE MMA

Login

VIEWS

- Alert
- Analysis
- V_An_focos_UC
- V_An_focos_Munic
- Dynamic Data
- V_focos
- Static Data
- Unidades de Concer...
- Municipios MT
- Template
- Custom

WMS URI Add

VISIBLE LAYERS

- V_An_focos_Munic
- Unidades de Conservação
- Municipios MT
- V_focos
- Open street

Attributes of layer: V_An_focos_Munic

monitored_mesoregiao	NORTE MATO-GROSSENSE
monitored_microregia	ALTO TELES PIRES
monitored_latitude	-12.991
monitored_longitude	-55.255
monitored_sede	1
fid	82
execution_date	2017-07-03T20:22:38.556Z
conta_focos	14
pid	366

Módulo de Monitoramento WEB

TerraMA²

VIEWS

- Alert
- Analysis
- V_An_focos_UC
- V_An_focos_Munic
- Dynamic Data
- V_focos
- Static Data
- Unidades de Concer...
- Municípios MT
- Template
- Custom

WMS URI Add

VISIBLE LAYERS

- V_focos
- Open street

Attributes of layer: V_focos

lat	-12.5484
lon	-53.0453
satelite	NPP_375
data_pas	2017-07-02T20:14:54Z
data	2017-07-02Z
hora	20:14:54Z