

TerraMA²

Plataforma de **M**onitoramento, **A**nálise e **A**lerta de riscos ambientais

- Visão Geral

Eymar Silva Sampaio Lopes
Gilberto Ribeiro de Queiroz

Projeto :



Realização :



Ministério do
Meio Ambiente



O que é a plataforma TerraMA² ?

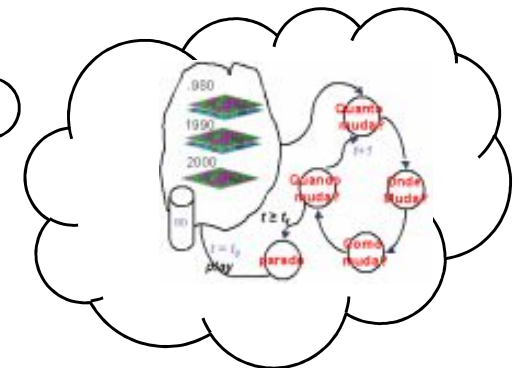
- TerraMA² é um produto de software, uma plataforma computacional, baseado em uma arquitetura de serviços, aberta, que provê a infraestrutura tecnológica necessária ao **desenvolvimento** de sistemas operacionais para monitoramento de alertas de riscos ambientais.



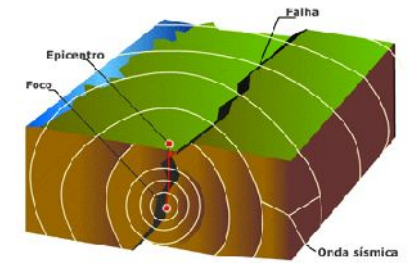
$$\frac{d}{dx}(cx^n) = ncx^{n-1}$$

If (... ?) then ...

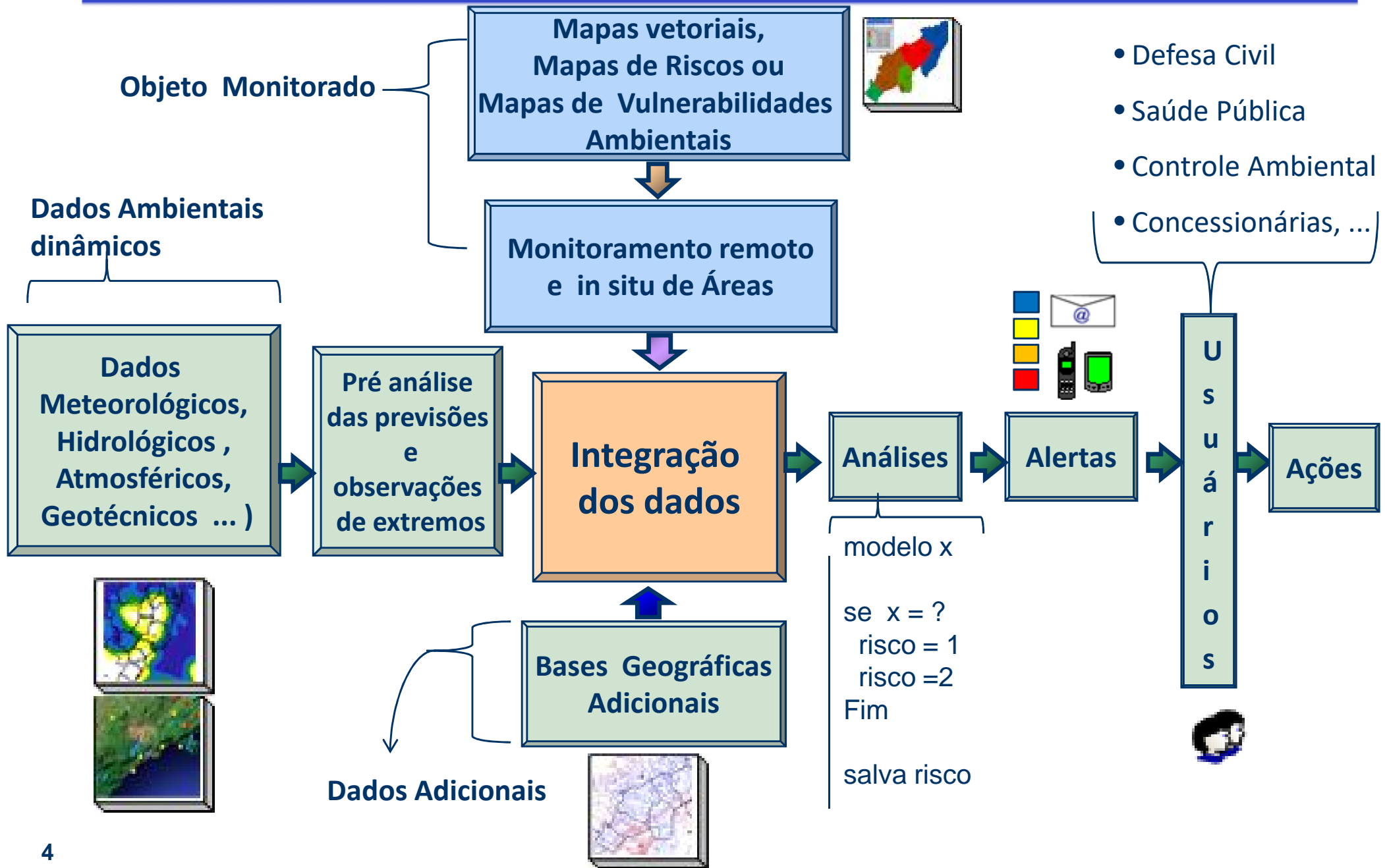
$$\int a dx = ax$$



O que é possível monitorar ?

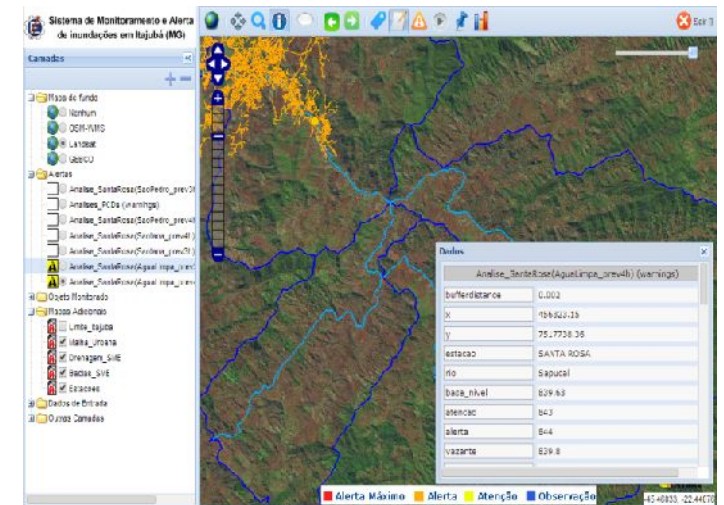
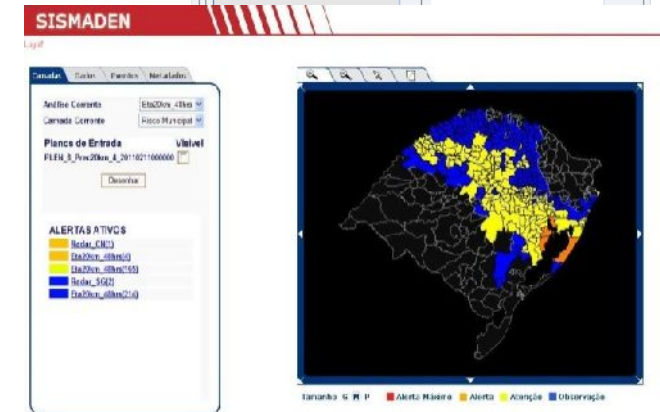
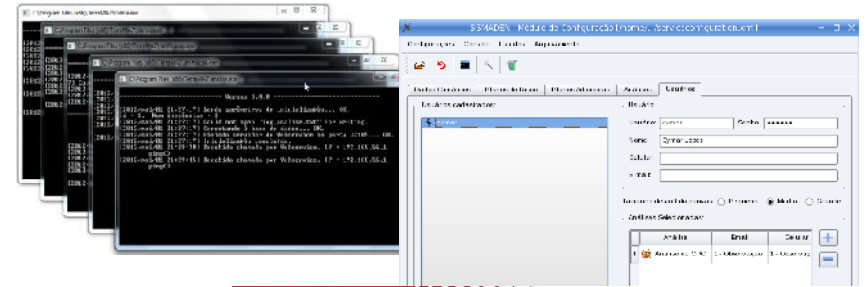


Concepção da Plataforma



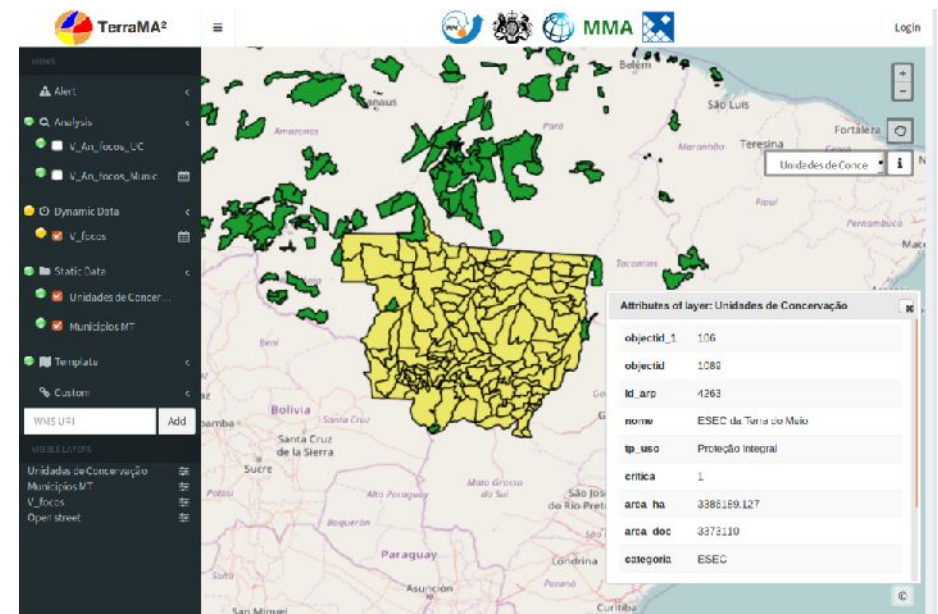
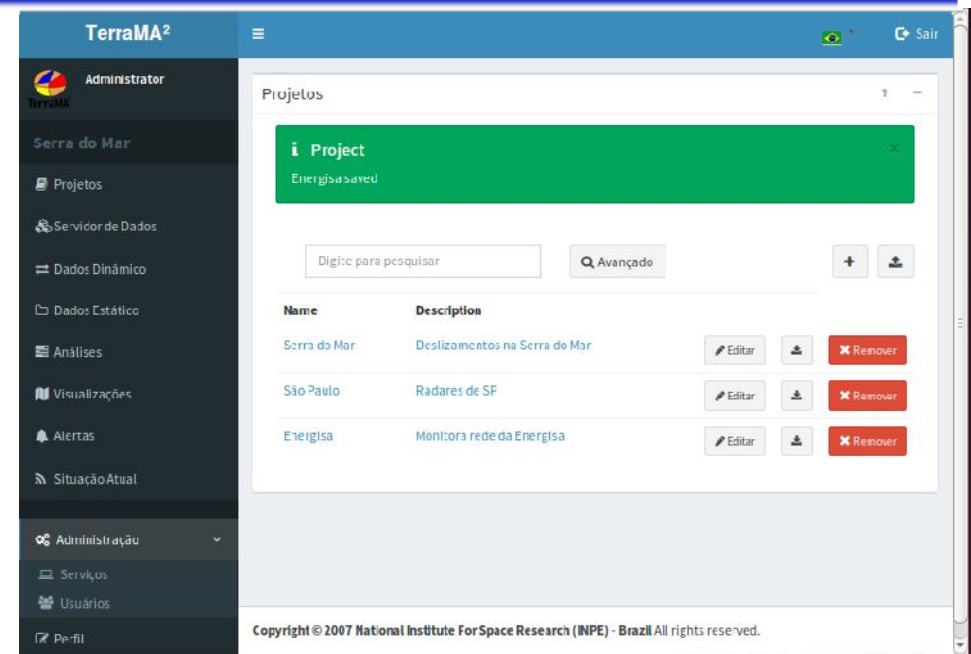
Histórico

- **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)

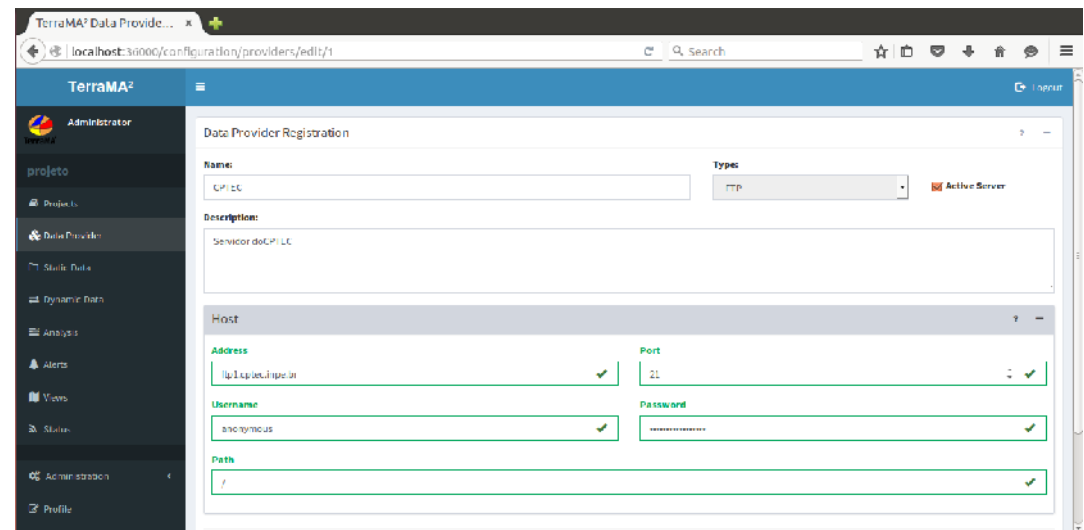
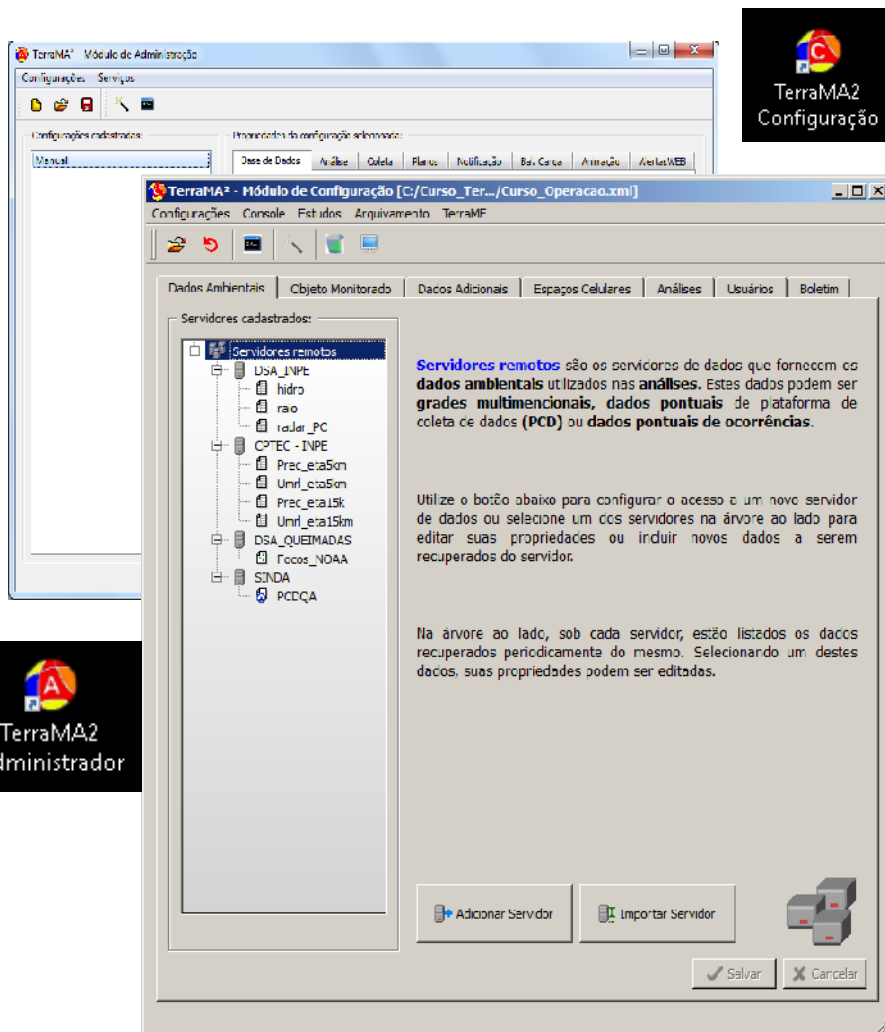
- Administração e Configuração via Web
- Novo módulo de Monitoramento Web
- Arquitetura totalmente distribuída
- Maior flexibilidade de acesso a dados
- Integração da linguagem Python para construção de modelos
- Maior eficiência de processamento de dados matriciais
- Armazenamento no padrão OGC – SFS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



Diferenças

- Módulo de Administração e Configuração (2 executáveis)

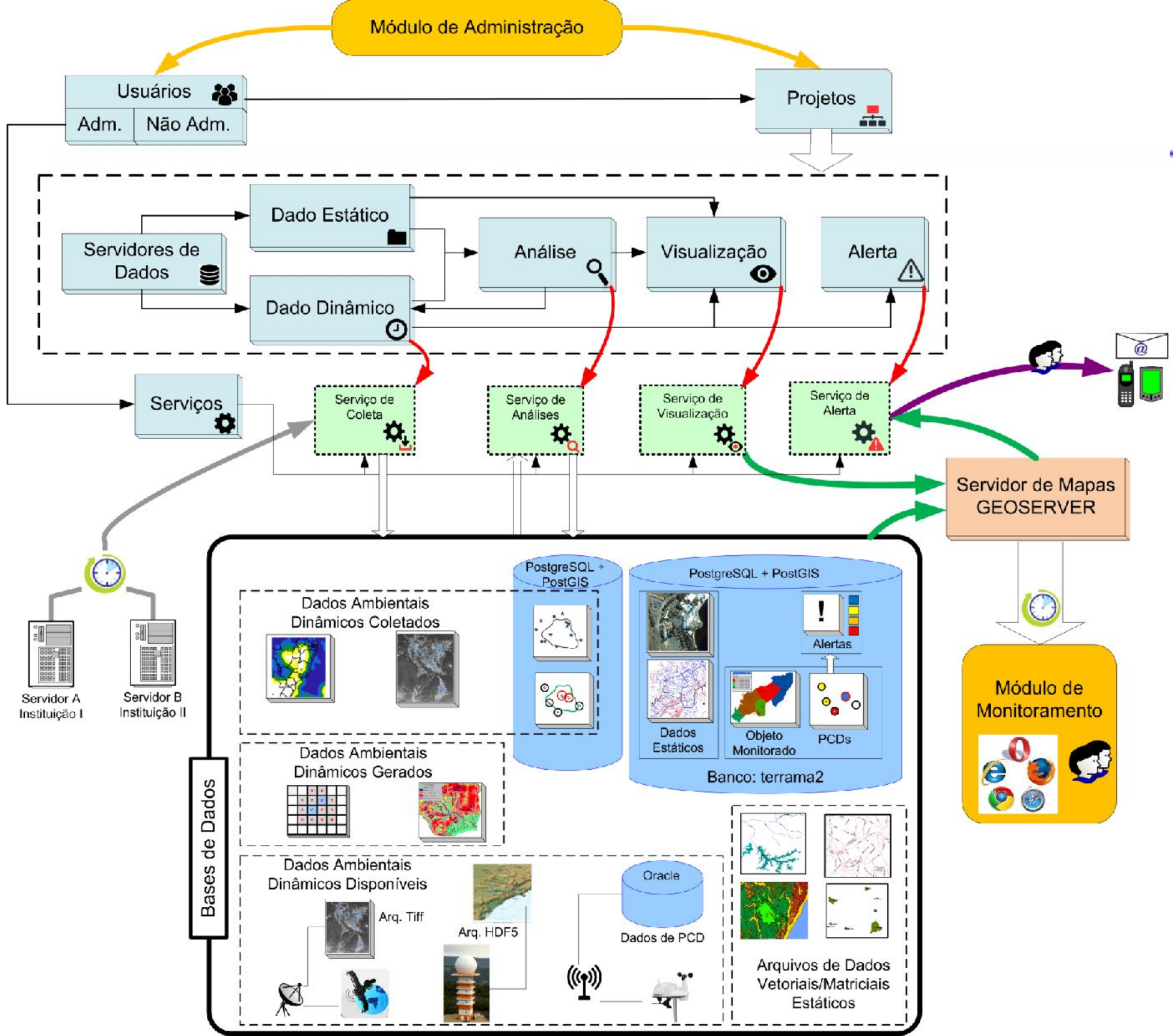
- Módulo de Administração com diferentes perfis de usuário (1 aplicação web)



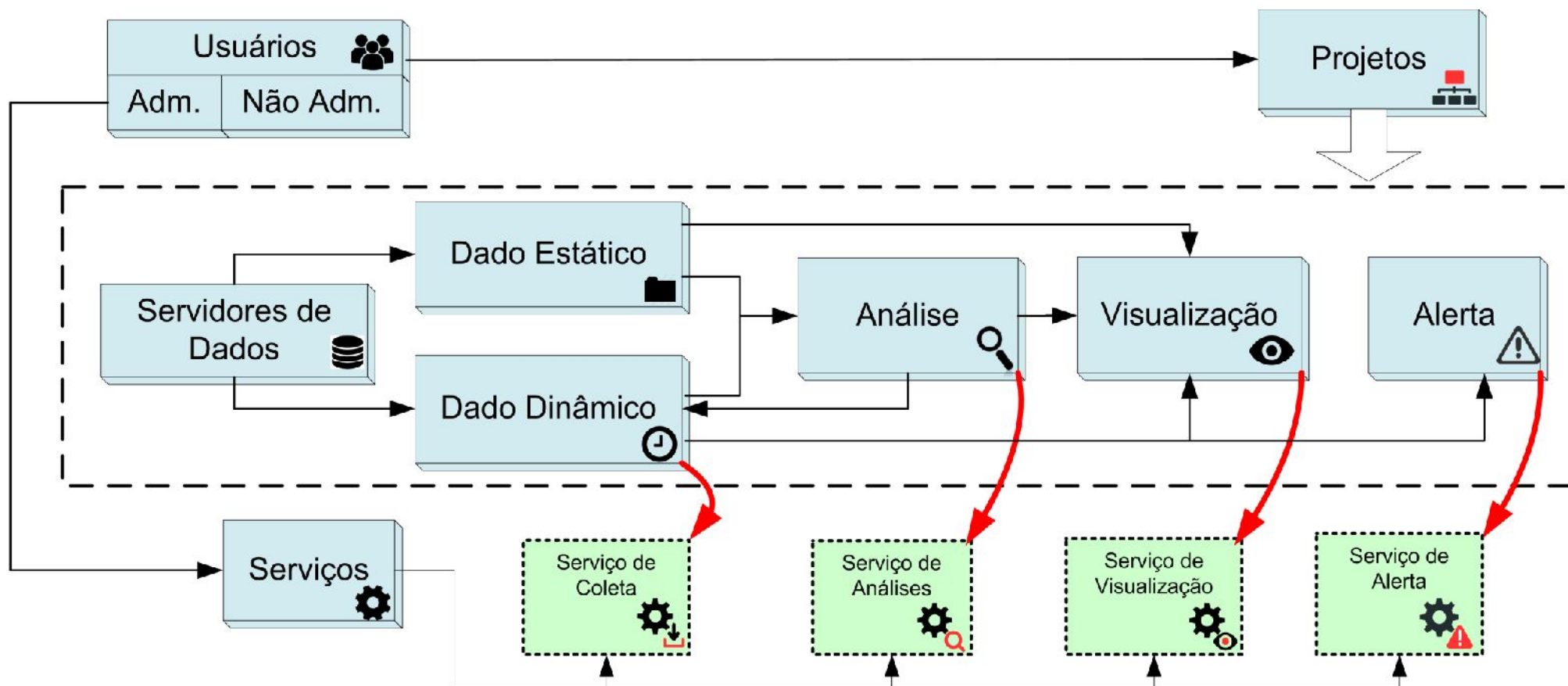
Diferenças TerraMA² v3 x v4



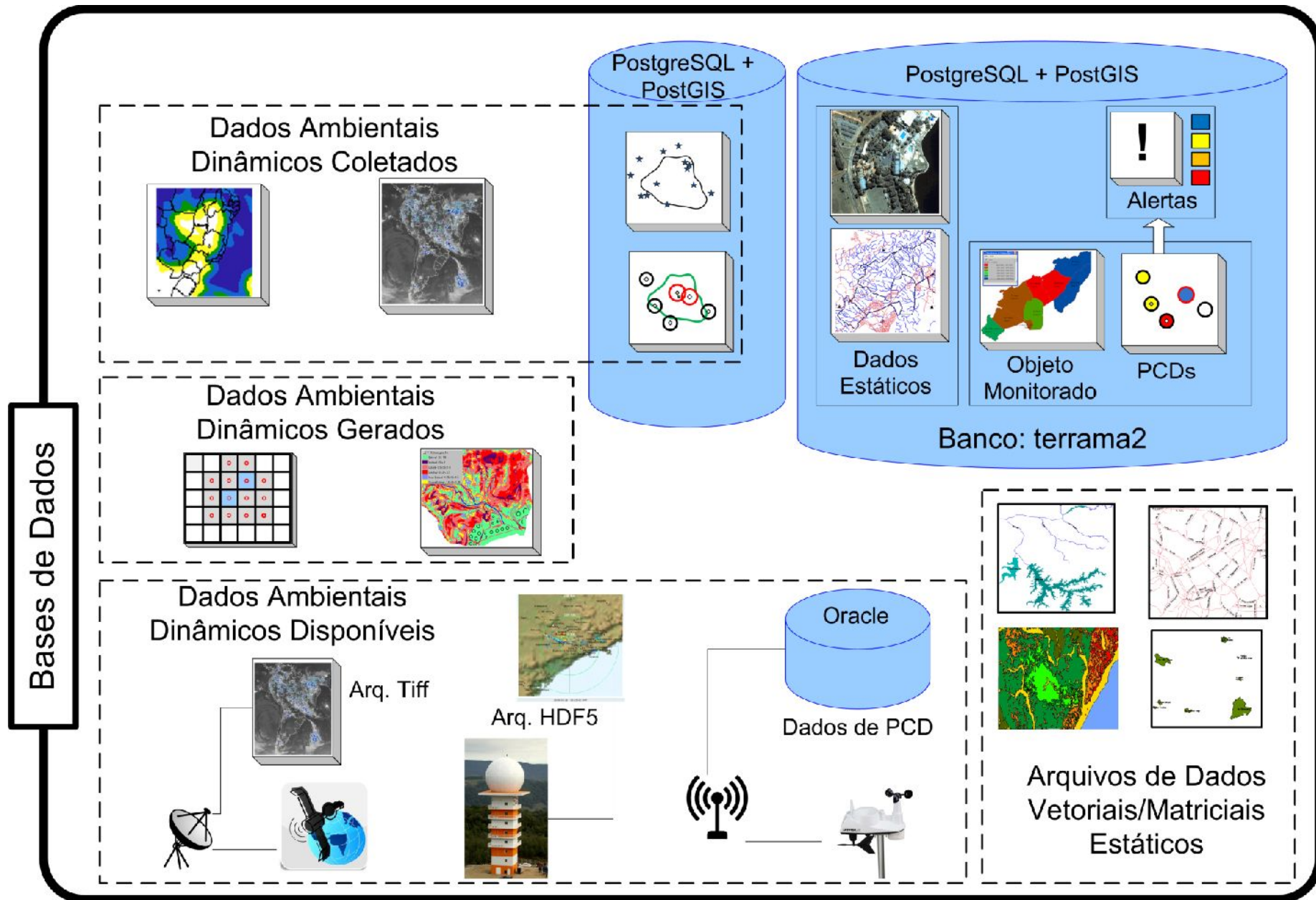
-
- Uso da TerraLib 4
 - Necessidade dos módulos de Adm e Conf. serem executados na mesma máquina onde está o banco
 - Serviços locais
 - Somente cadastro de usuário para acesso a aplicação web de monitoramento.
 - Ambiente de trabalho carregado pro um arquivo .
 - Todos os dados e metadados num único 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

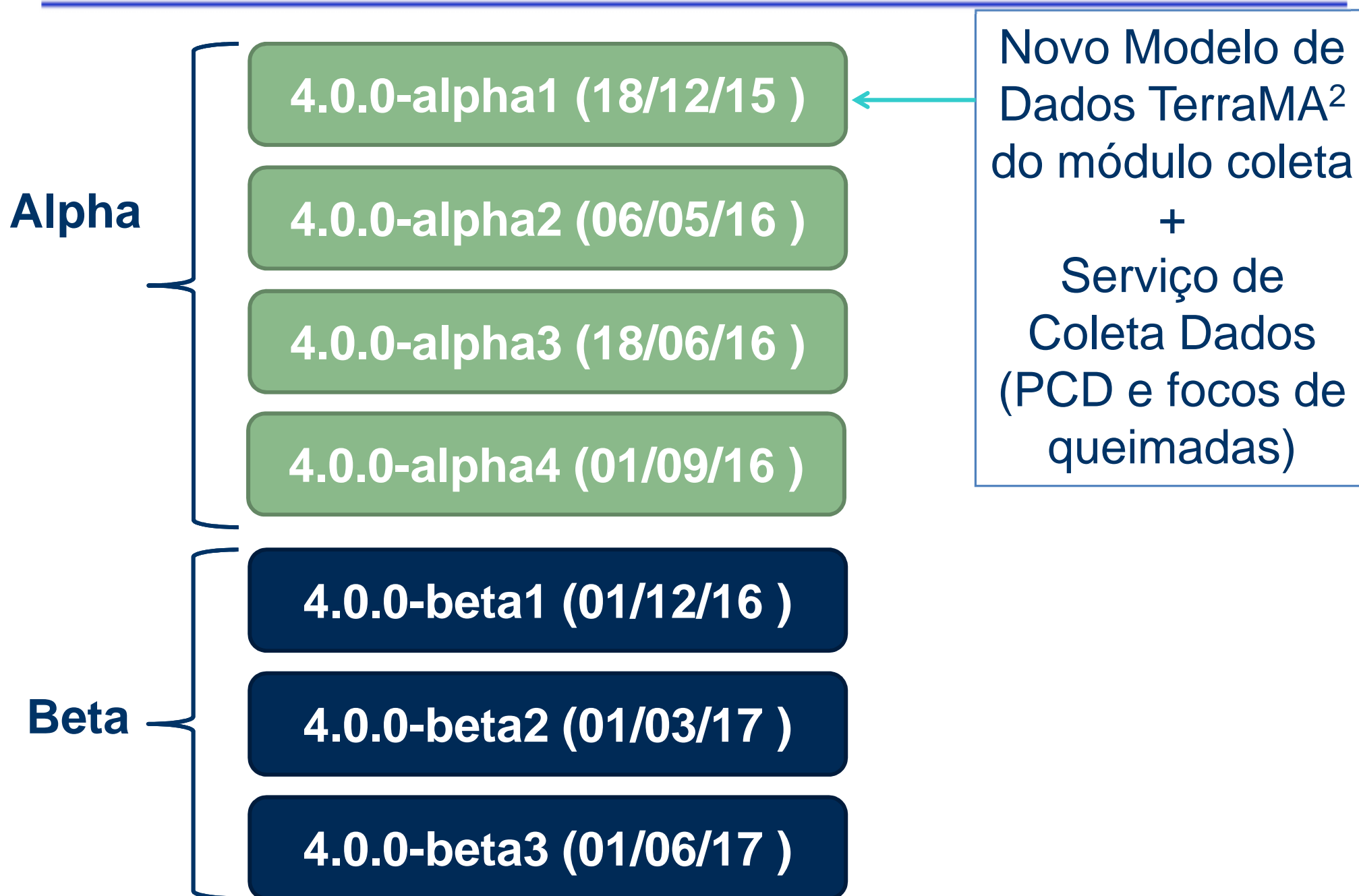
“BRAZIL CERRADO CLIMATE CHANGE MITIGATION PLATFORM OF MONITORING AND WARNING OF FOREST FIRES IN THE BRAZILIAN CERRADO PROJECT”

(Alberto Setzer)

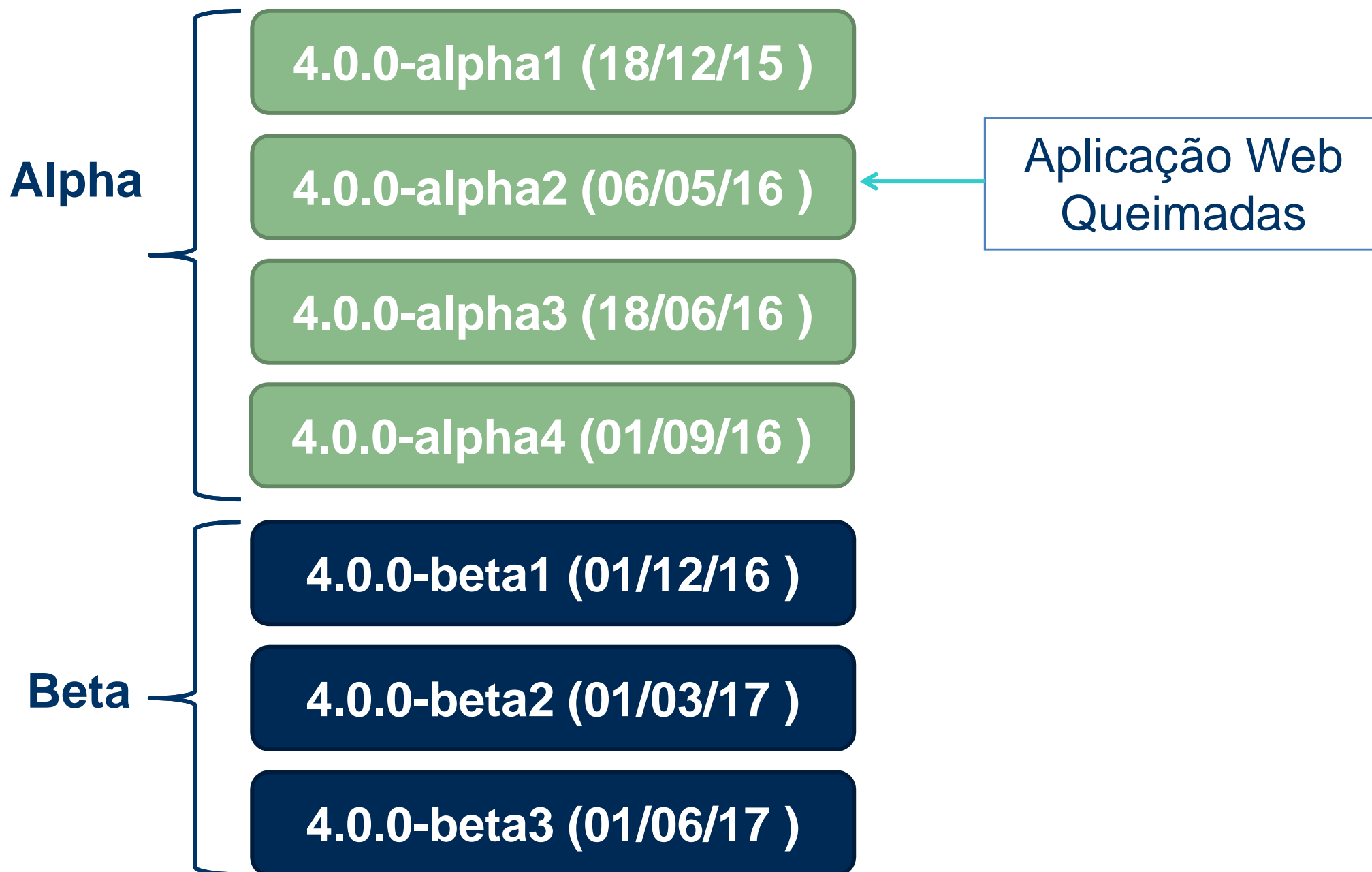
Financiamento: Banco Mundial

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

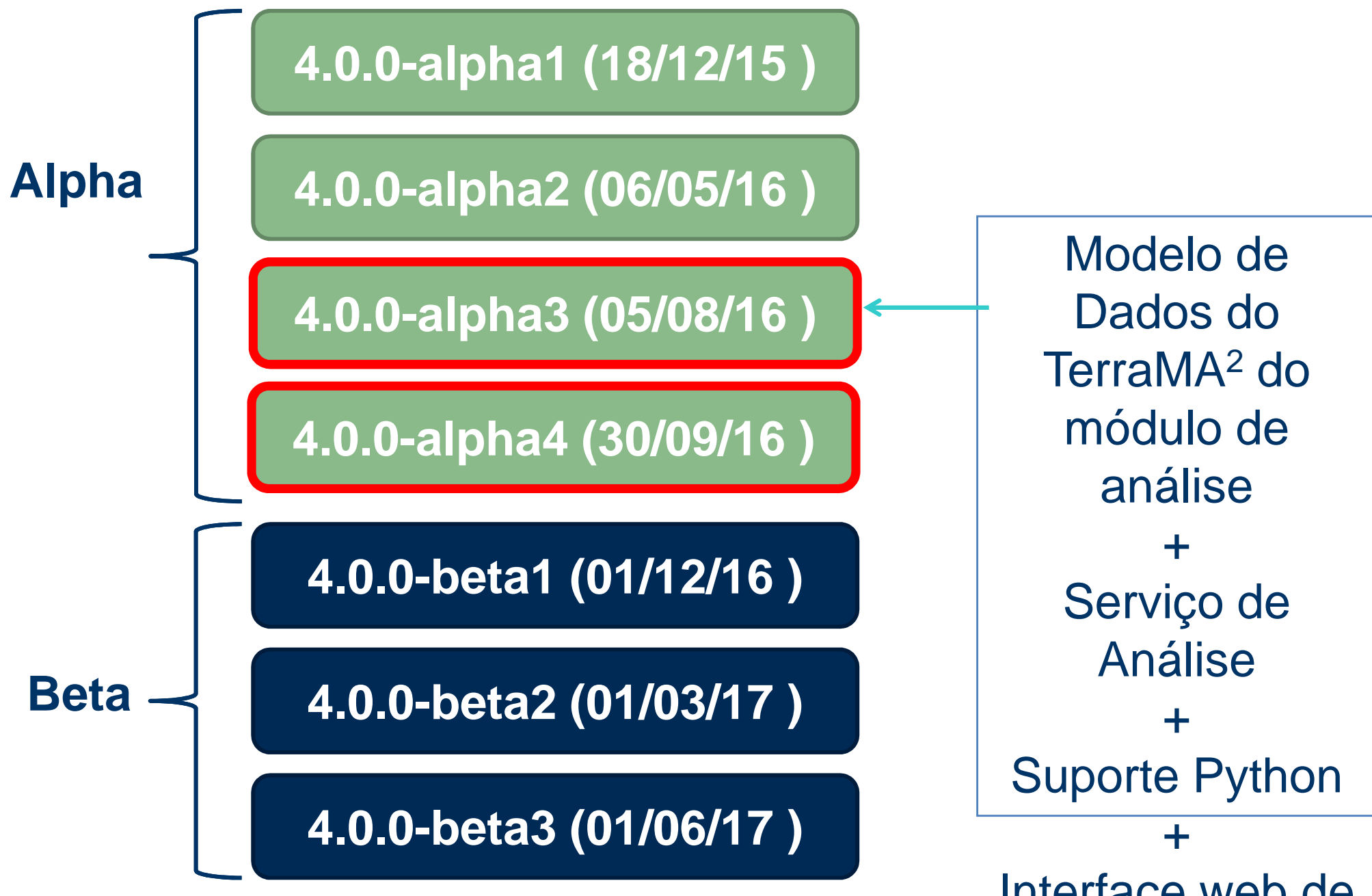
Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terrama2>



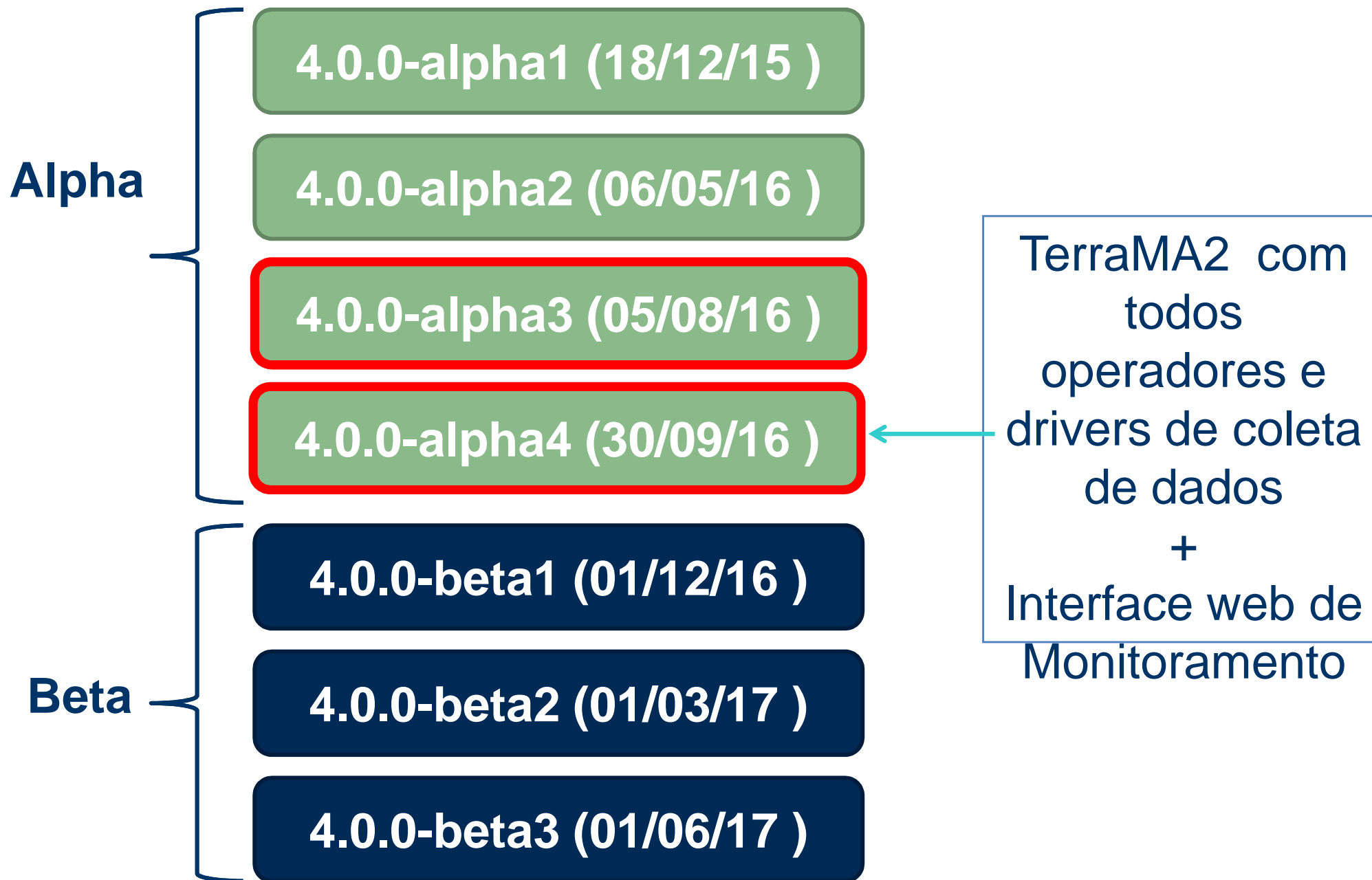
Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terrama2>



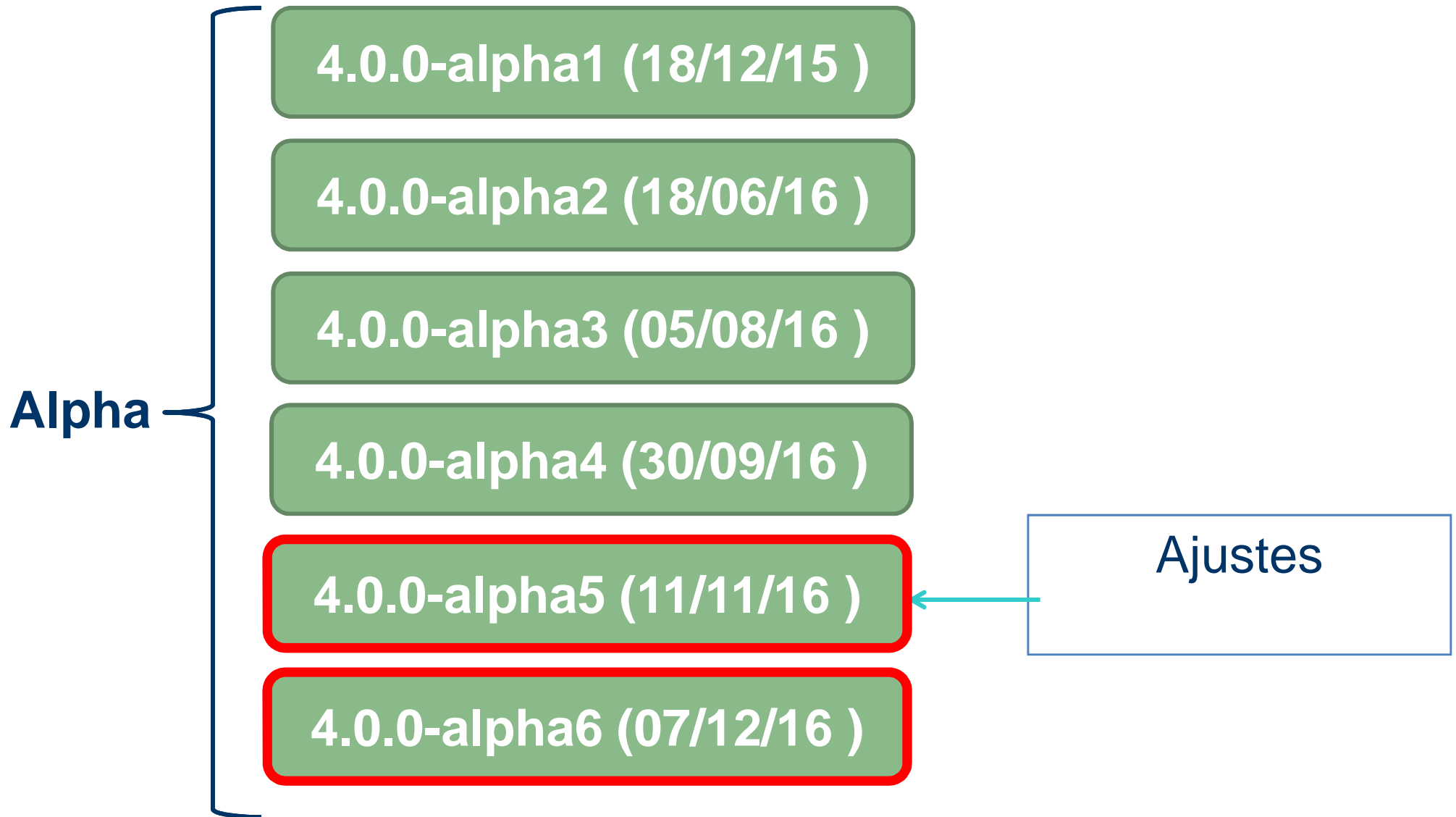
Roadmap: <https://trac.dpi.inpe.br/terrama2>



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



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



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

Alpha

4.0.0-alpha1 (18/12/15)

4.0.0-alpha2 (18/06/16)

4.0.0-alpha3 (05/08/16)

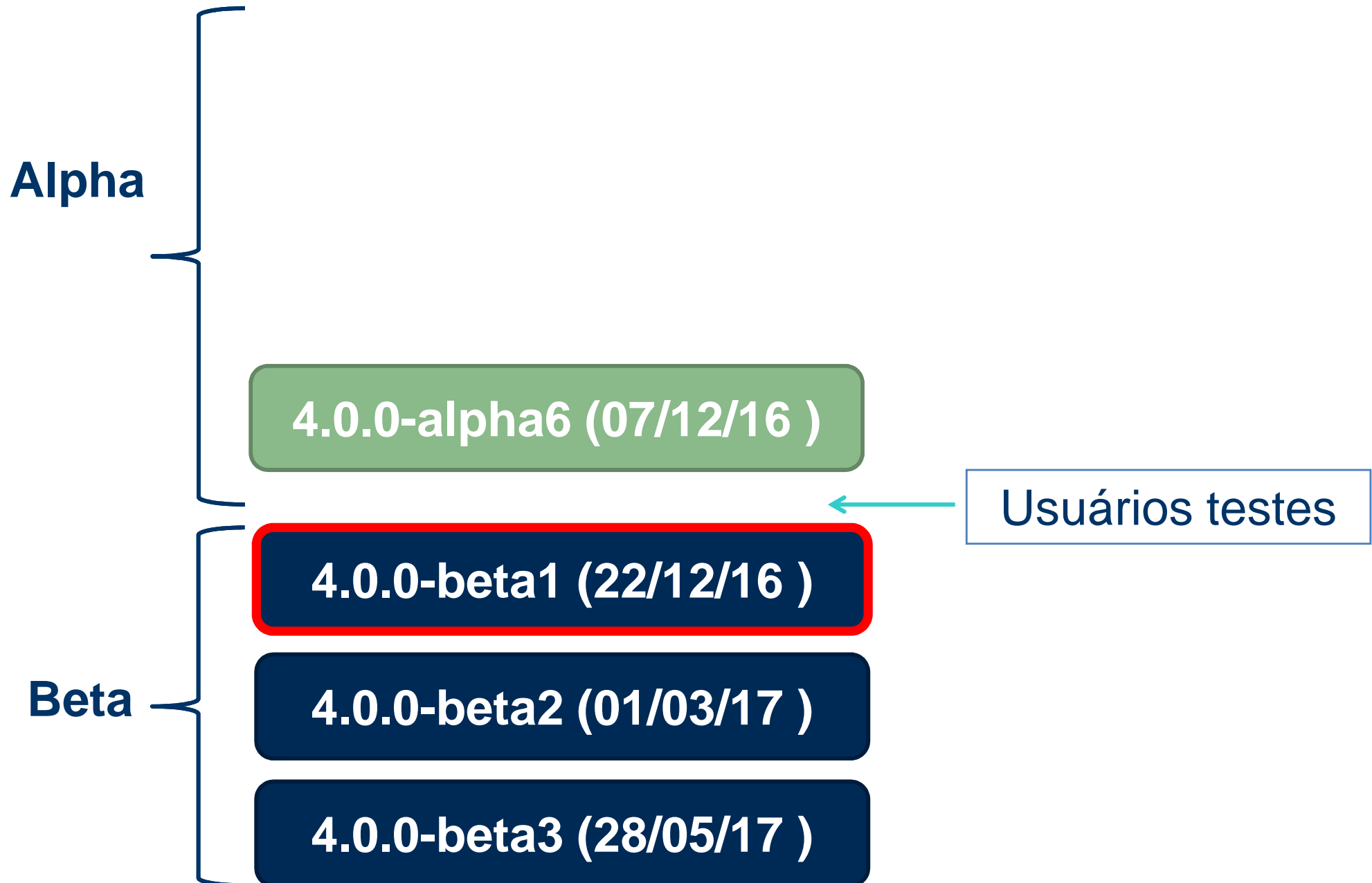
4.0.0-alpha4 (30/09/16)

4.0.0-alpha5 (11/11/16)

4.0.0-alpha6 (07/12/16)

Ajustes
+
Melhorias no
módulo web de
Monitoramento
+
Instaladores

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



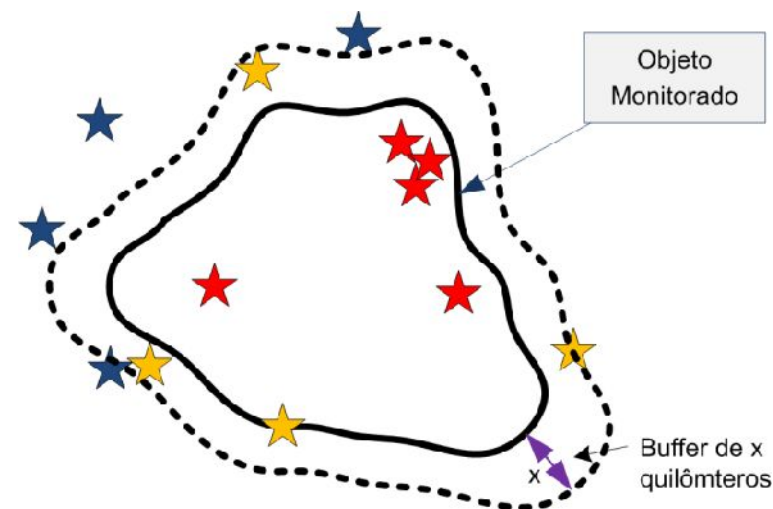
Dados necessários para operar

- **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.

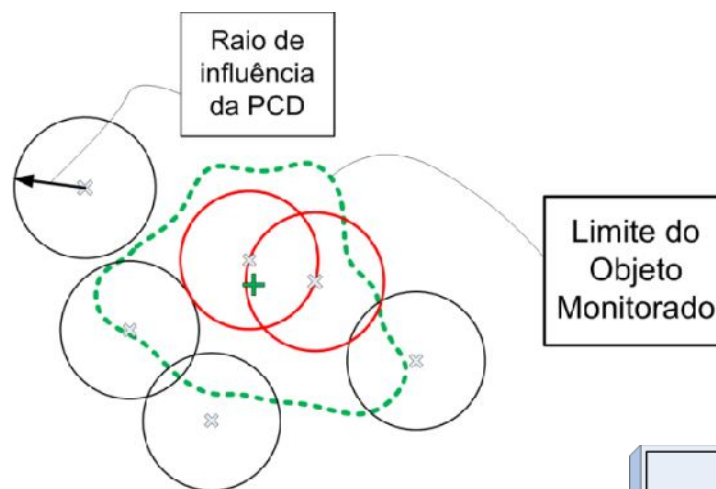
Dados Dinâmicos

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

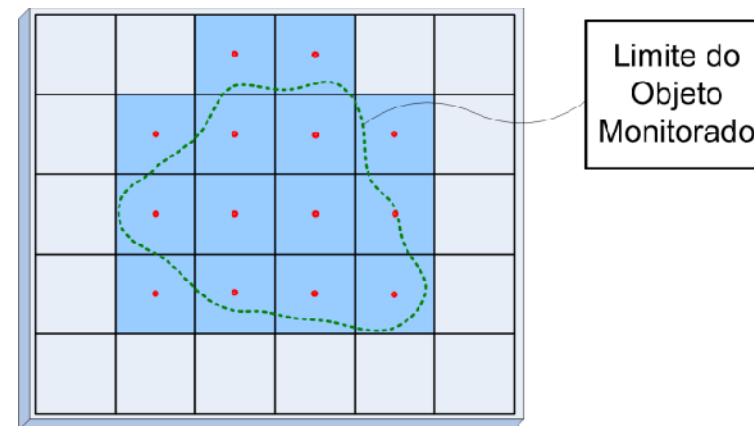
Dados de Ocorrências



Dados de PCD (pontos fixos)

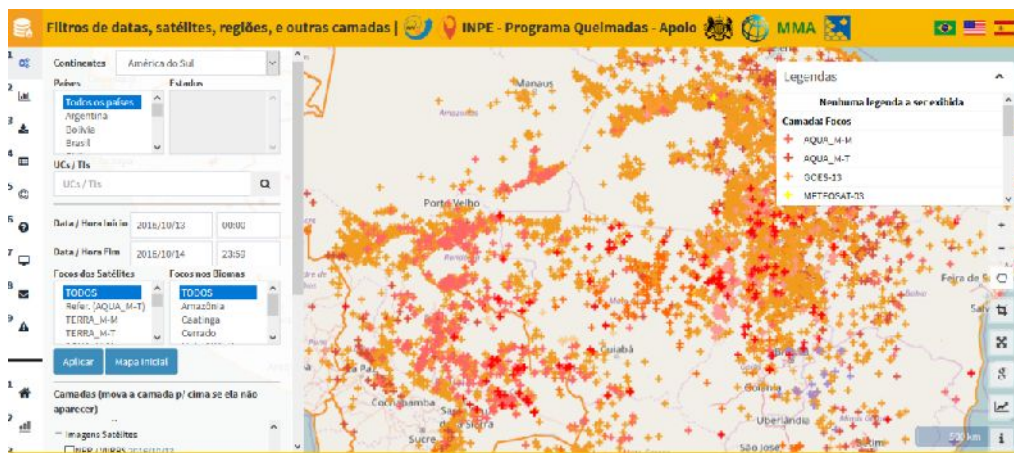
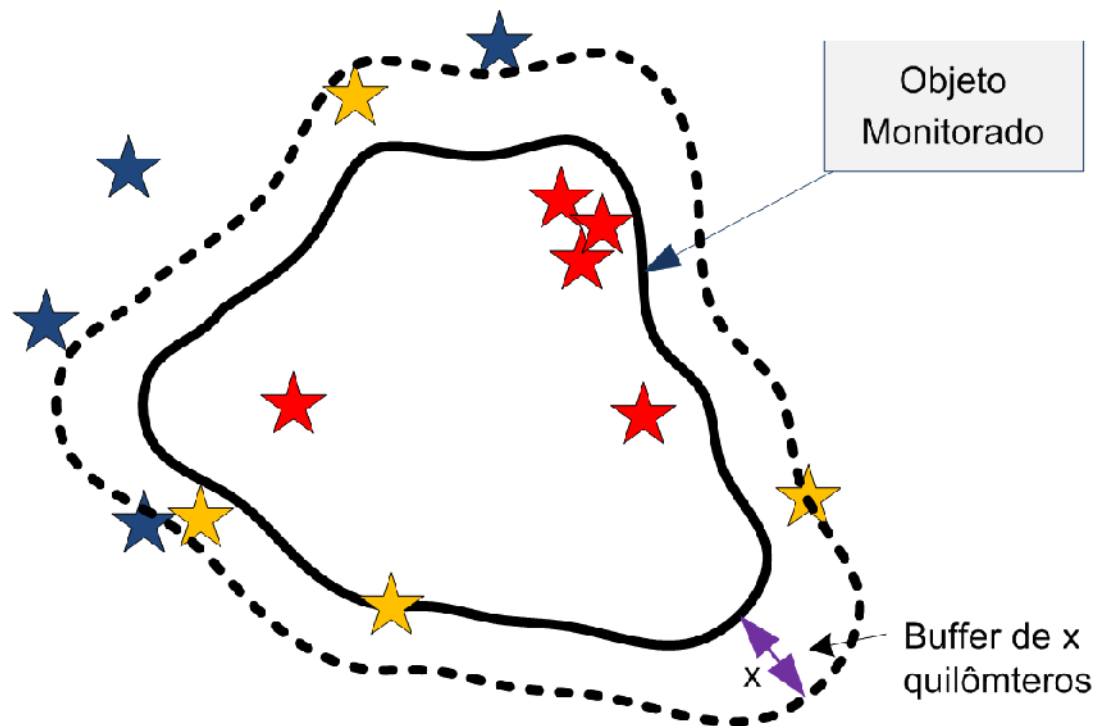


Grades numéricas multidimensional



Dados de ocorrências

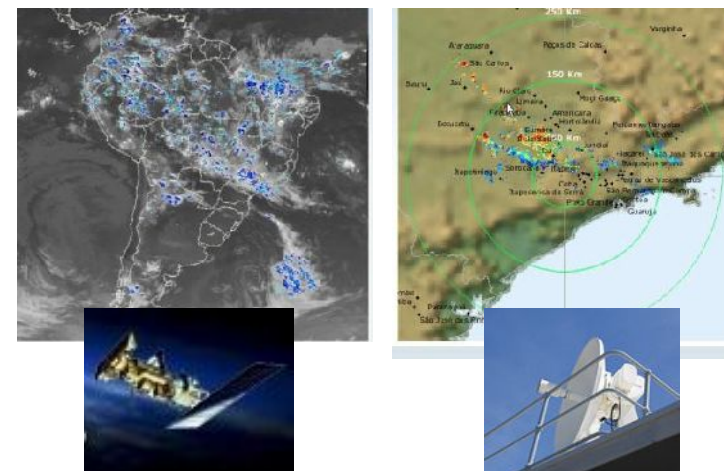
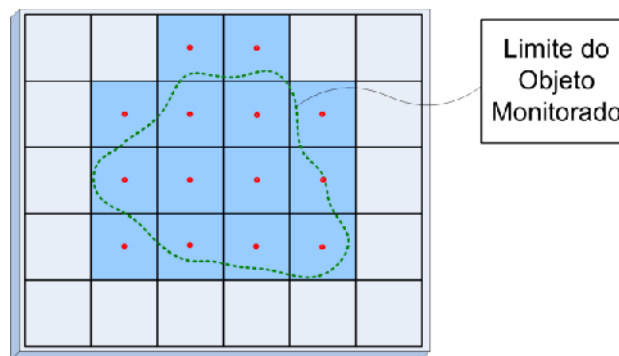
- Focos de incêndios
- Focos de doenças
- Sismos
- Descargas elétricas
- Ocorrências gerais



Grades numéricas multidimensional

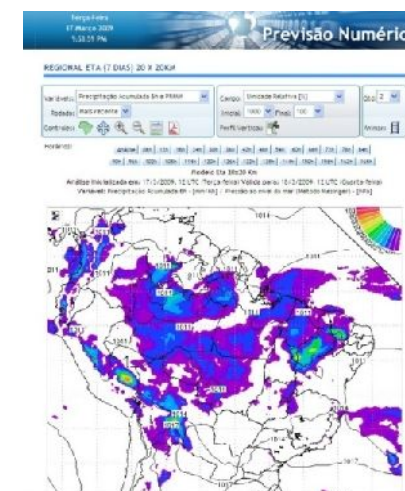
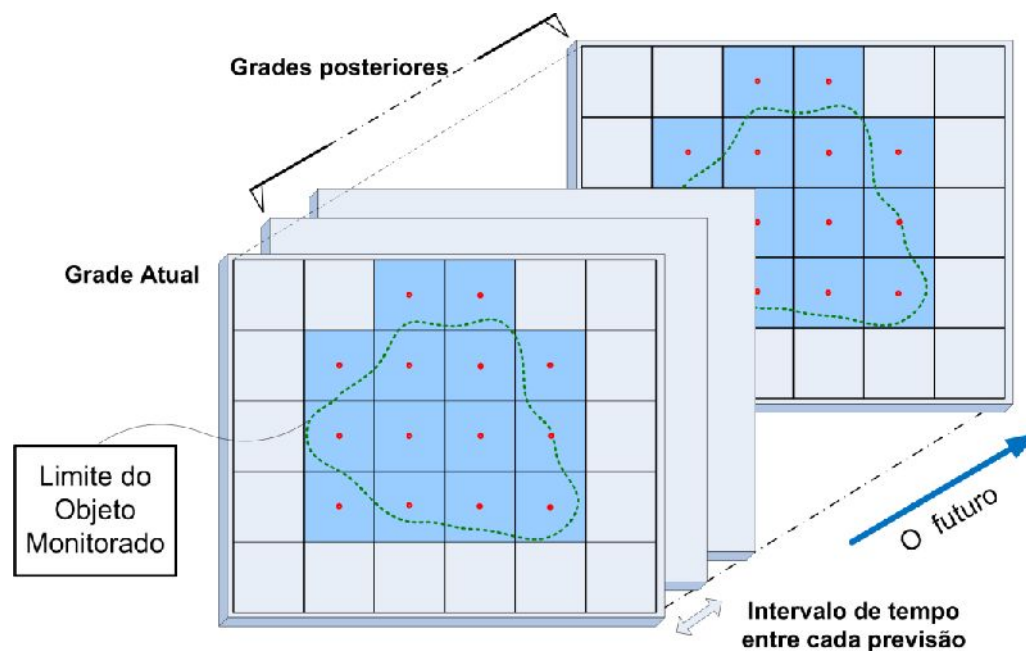
OBSERVAÇÃO

- Hidroestimador
- Raios
- Radar meteorológico

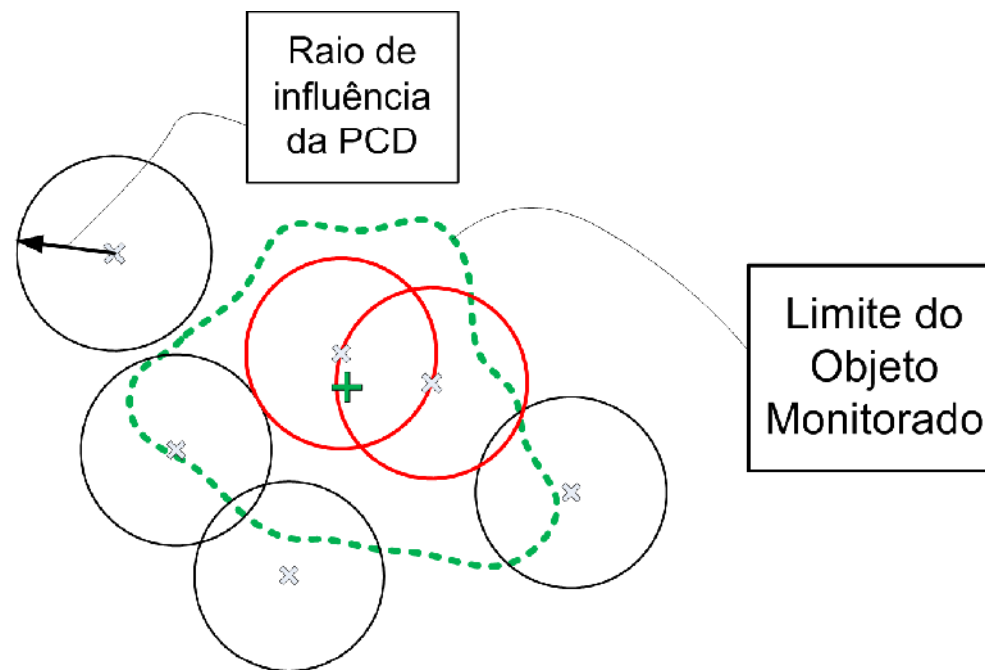


PREVISÃO

- Modelos de previsão



Dados pontuais do tipo PCD



- PCDs
- Sondas
- Bóias
- Estações



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/



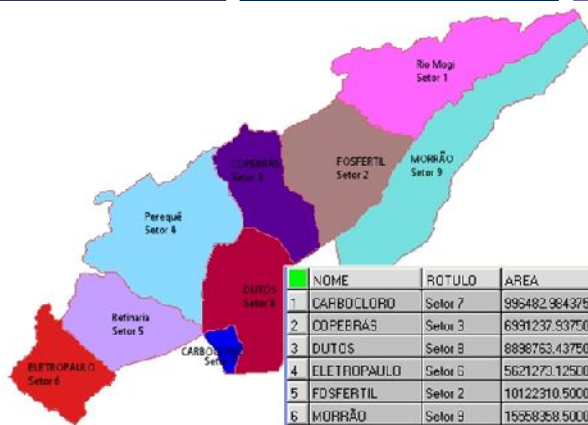
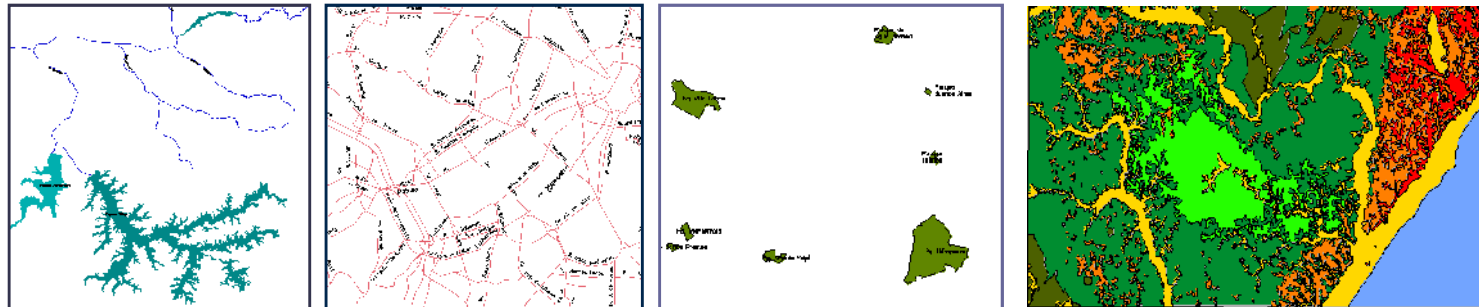
- Sistema Integrado de Dados Ambientais

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



Dados Estáticos

- Mapas vetoriaiais – 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



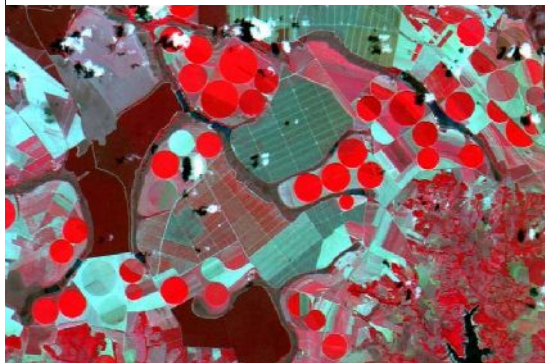
	NOME	ROTULO	AREA	K	POST01	POST02
1	CARBOCLORO	Sector 7	995482.984375	2500.00000		
2	DOPEERAS	Sector 3	6931237.937500	2033.00000	28	26
3	DUTOS	Sector 8	8898753.437500	2700.00000		
4	ELETROPÁULO	Sector 5	5621270.125000	3467.00000	24	
5	FOSFERTIL	Sector 2	10122310.500000	2033.00000	29	28
6	MORRÃO	Sector 3	75358368.500000	3945.00000	26	
7	Perequê	Sector 4	13381032.875000	2357.00000	25	
8	Refinaria	Sector 5	7539360.437500	2603.00000	28	
9	Rio Mogi	Sector 1	12707225.875000	3945.00000	26	

Atributos disponíveis para serem utilizados nas regras de análise

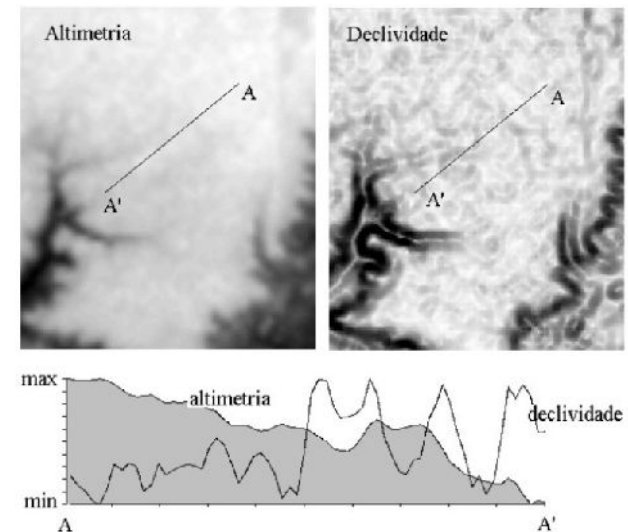
Dados Estáticos

- 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.

CBERS-2 CCD, Minas Gerais, Brazil

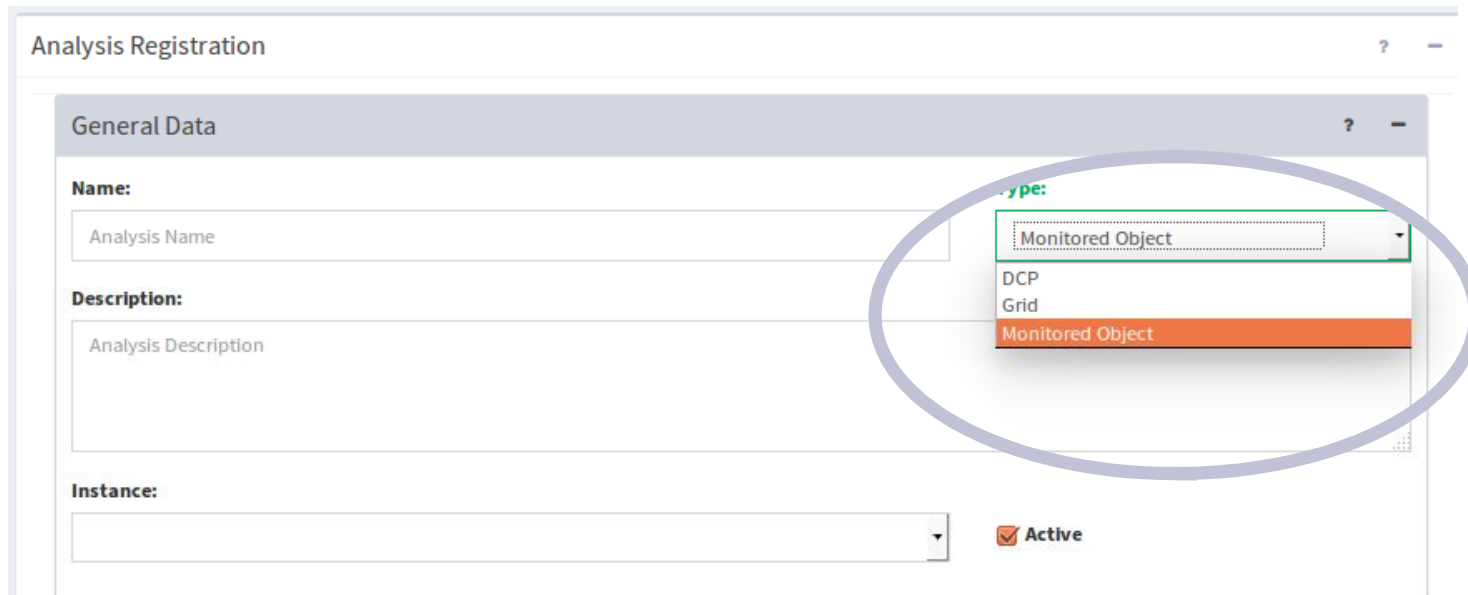


Brasilia: HRC + CCD



Tipos de Análises

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



The screenshot shows a web form titled "Analysis Registration". It has a "General Data" section with the following fields:

- Name:** A text input field containing "Analysis Name".
- Description:** A text input field containing "Analysis Description".
- Instance:** A dropdown menu.
- Active:** A checked checkbox.

A dropdown menu is open next to the "Name" field, showing the following options:

- Monitored Object (highlighted in orange)
- DCP
- Grid
- Monitored Object

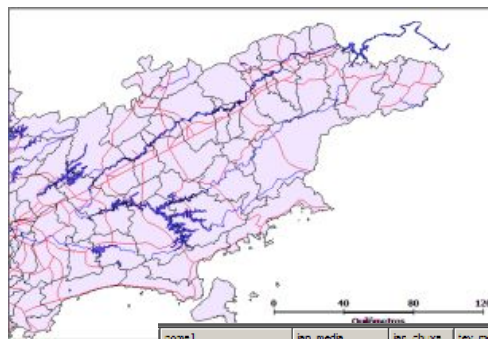
Análise com Objetos Monitorados

Utiliza um mapa estático para cruzar com dados dinâmicos

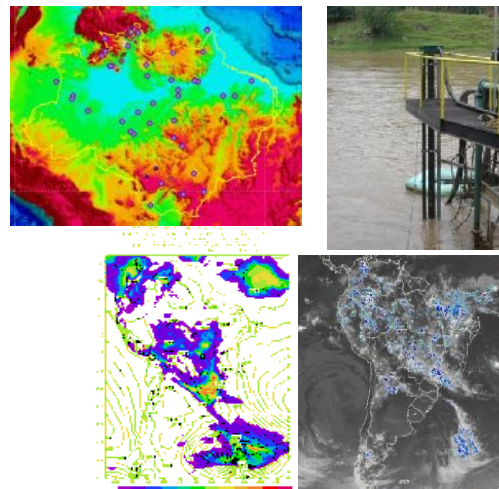
ENTRADA

- 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

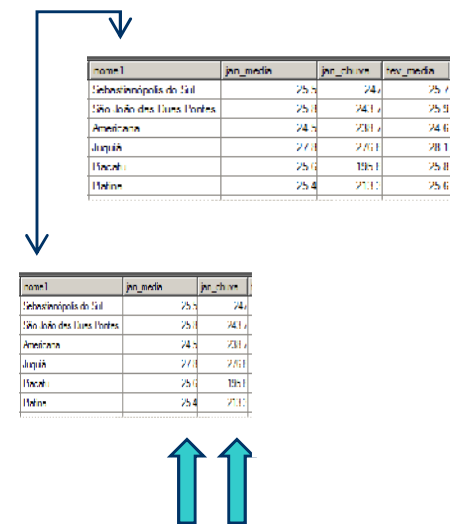


Mapa com áreas a serem monitoradas



Dados Ambientais dinâmicos

=



Novas colunas com resultados

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

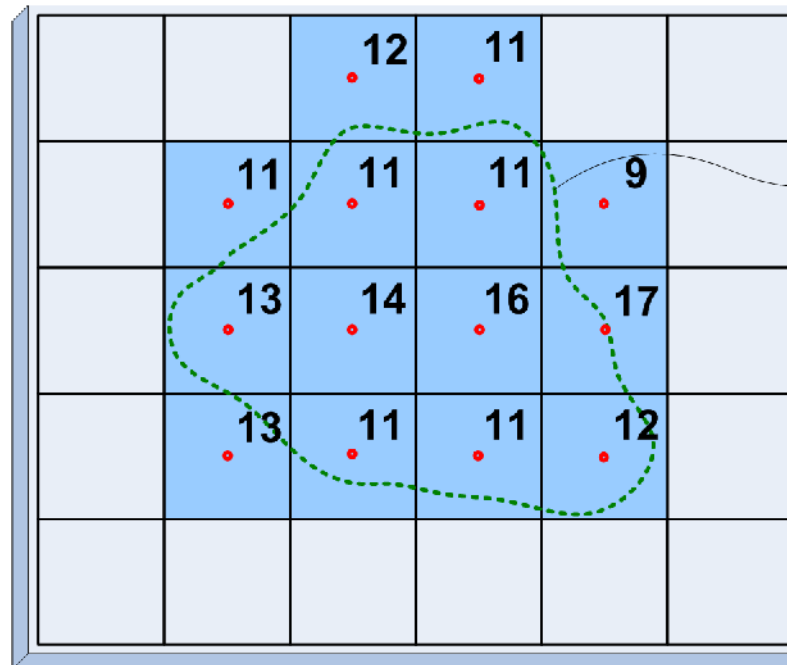
Análises com Objetos Monitorados

Operadores com Grades Numéricas simples

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

Dado Dinâmico Matricial (grade)

Grade atual de observação de umidade relativa de nome "Umin"



Limite do Objeto Monitorado

Exemplo:

```
buf1 = Buffer( )
```

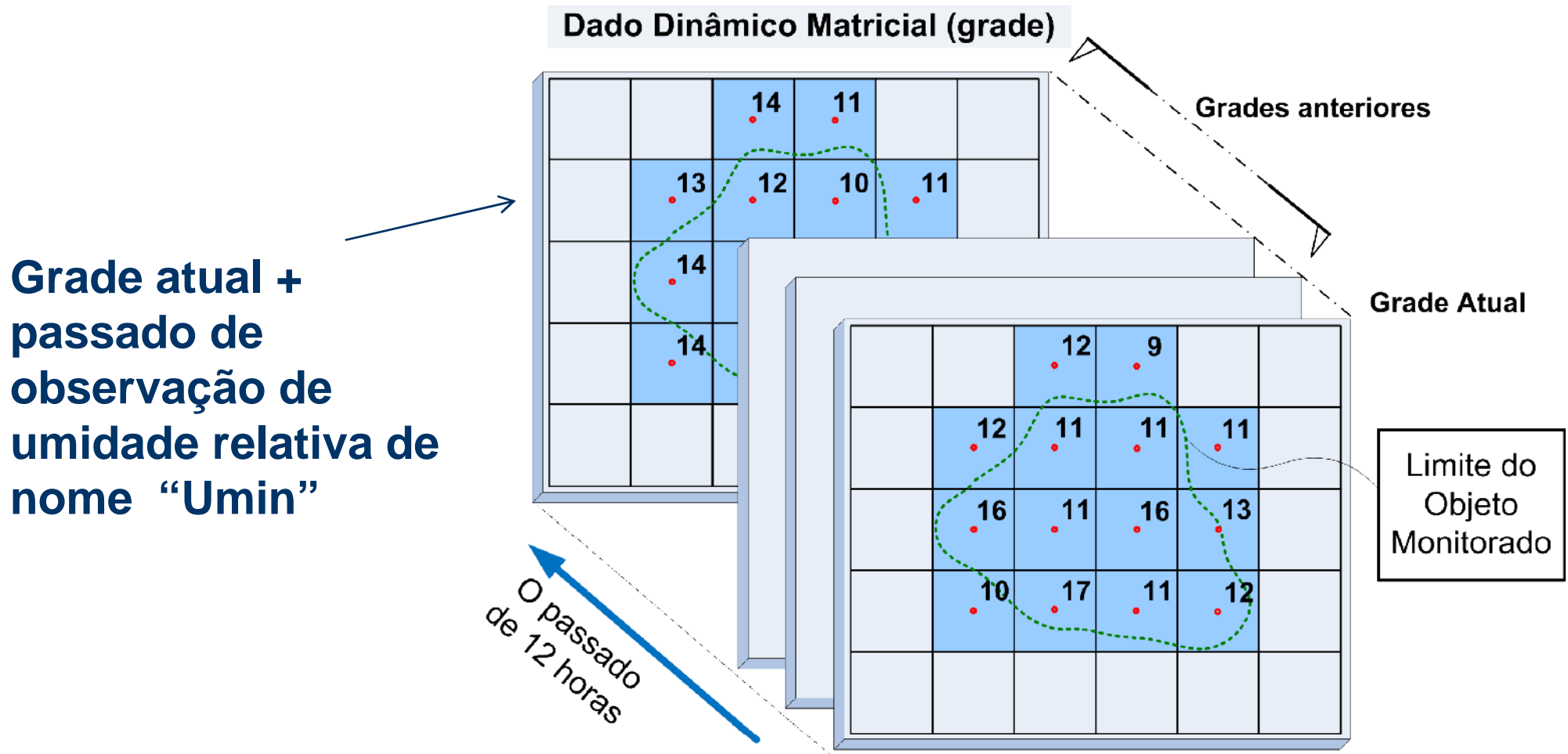
```
x = grid.zonal.mean("Umin", buf1)
```

Resultado: $x = 12,28$

Análises com Objetos Monitorados

Operadores com Grades Numéricas simples

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



Exemplo:

```
buf1 = Buffer( )
```

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

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

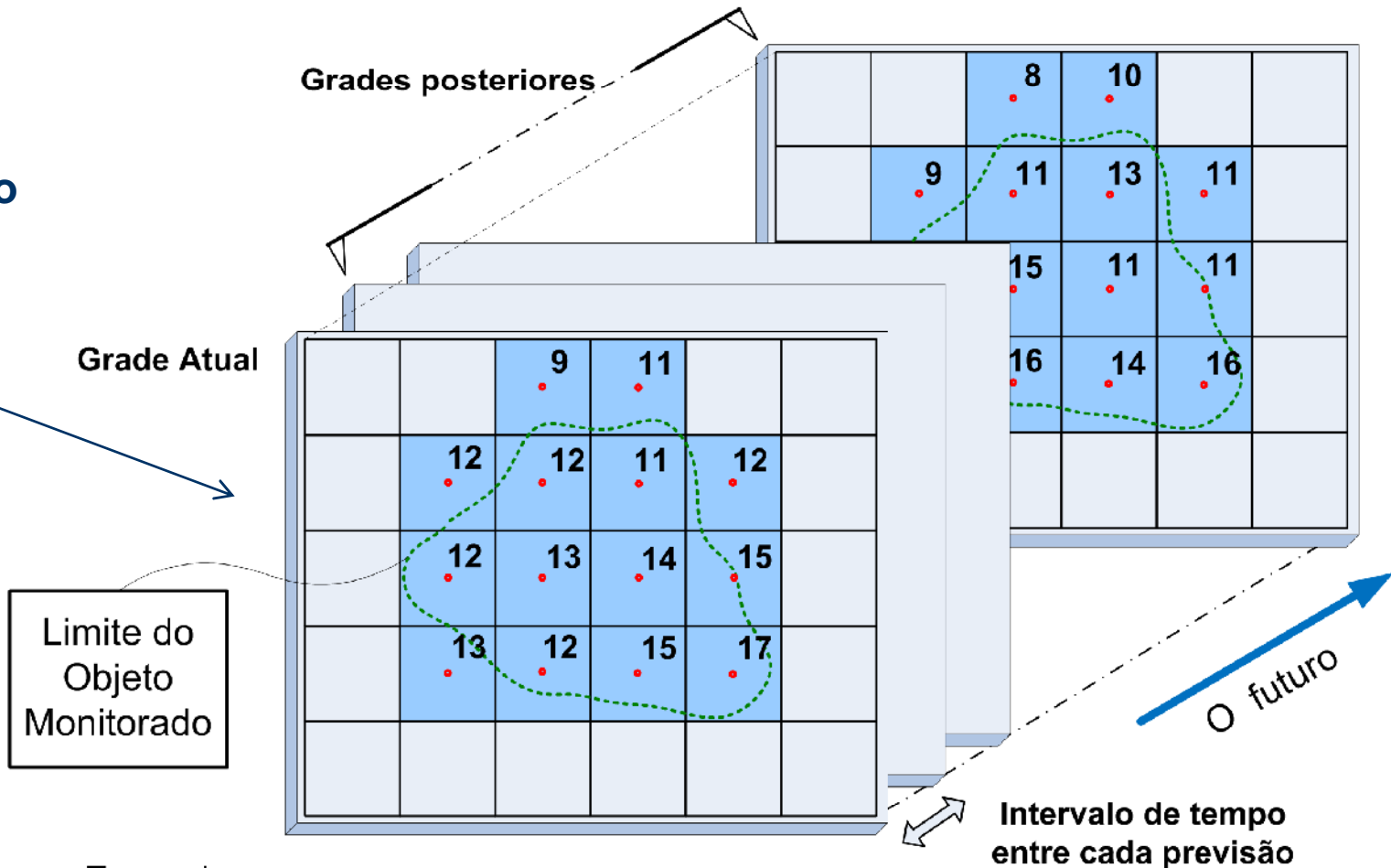
Análises com Objetos Monitorados

Operadores com Grades Numéricas Multidimensional

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

Dados Dinâmicos Matriciais Multidimensionais (grades)

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



Exemplo:

```
buf1 = Buffer( )
```

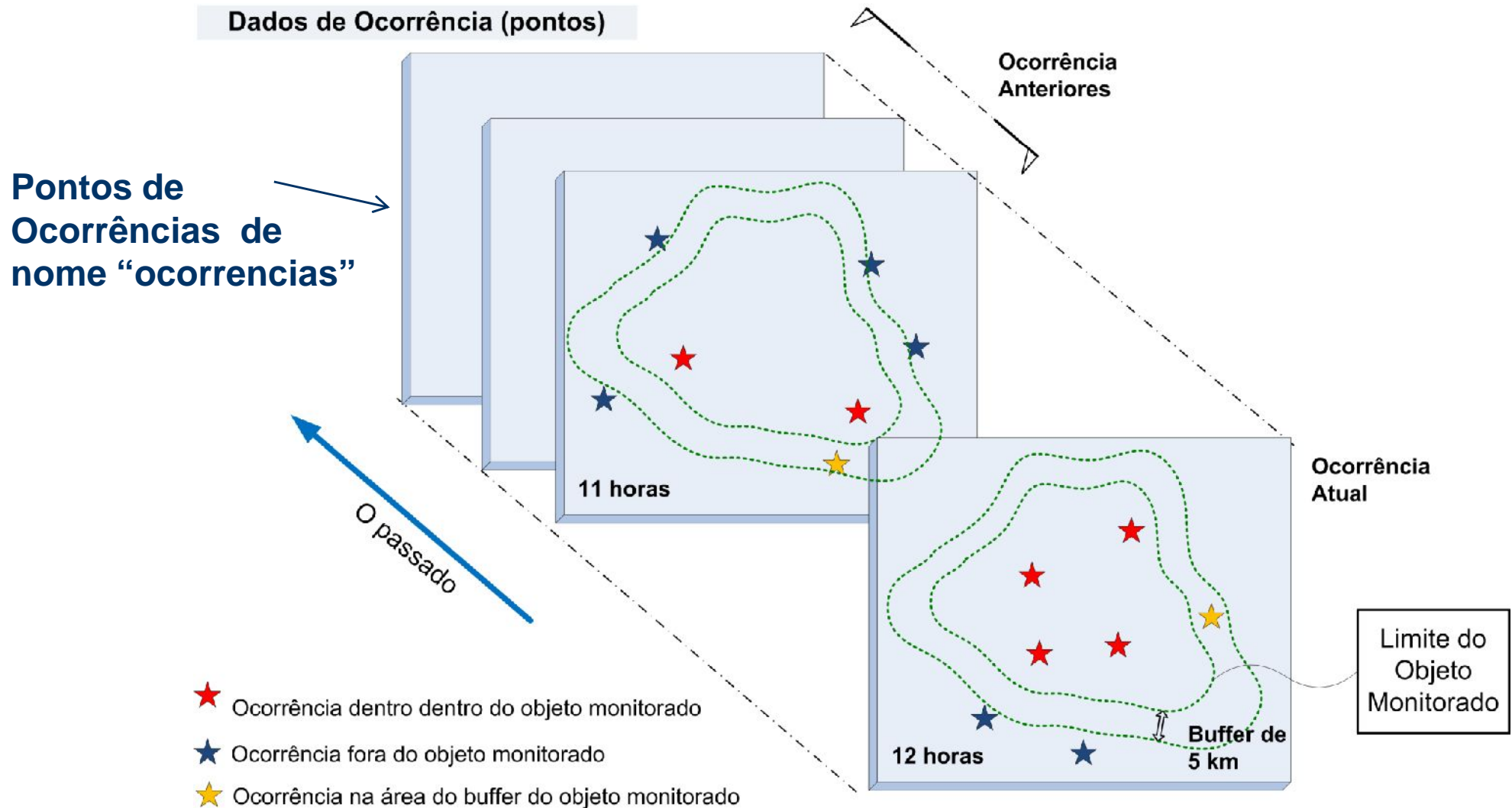
```
x = grid.zonal.forecast.max("Umin", buf1)
```

Resultado: $x = \text{máximo de } ((14 + \dots + 17), \dots, (12 + \dots + 14))$

Análises com Objetos Monitorados

Operadores com Ocorrências

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

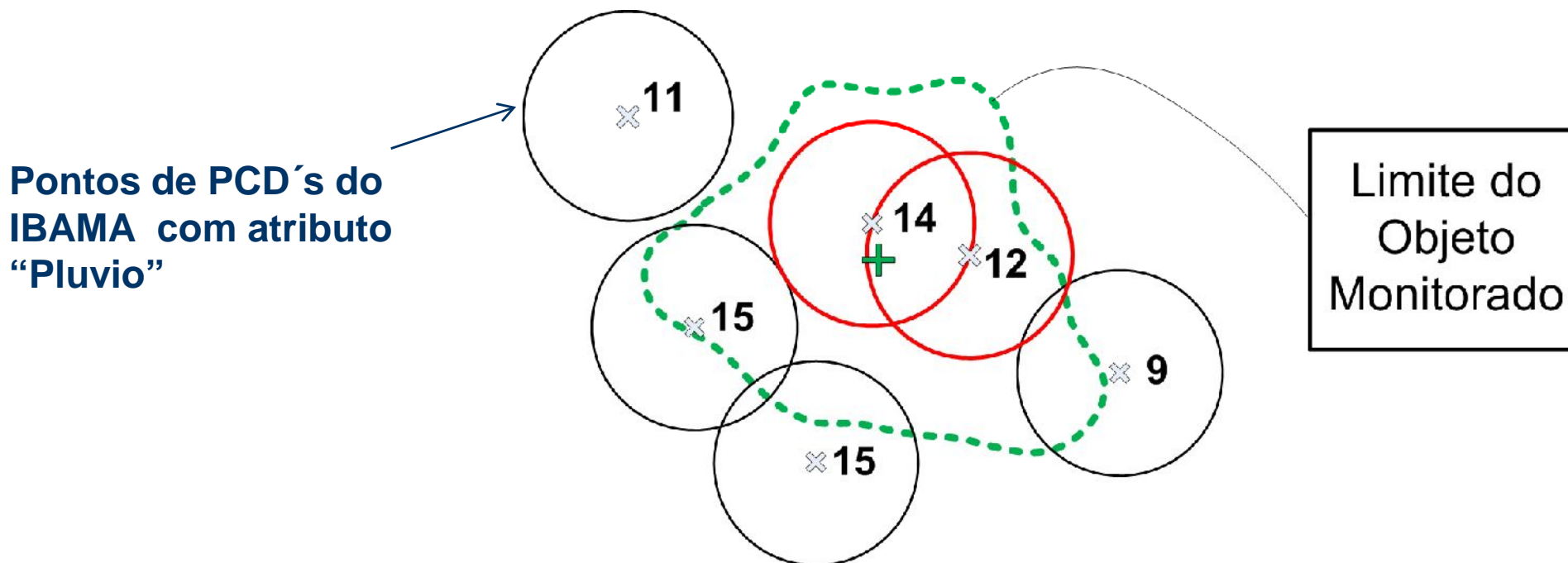


Exemplo: `buf1 = Buffer(Buffer(BufferType.Out, 5, "km"))`
`x = occurrence.count("ocorrencias", buf1, "2h", "UF = 'AM'")`
Resultado: `x = 2` (1 ponto as 11h e 1 ponto as 12h)

Análises com Objetos Monitorados

Operadores com PCD

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



Exemplo:

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

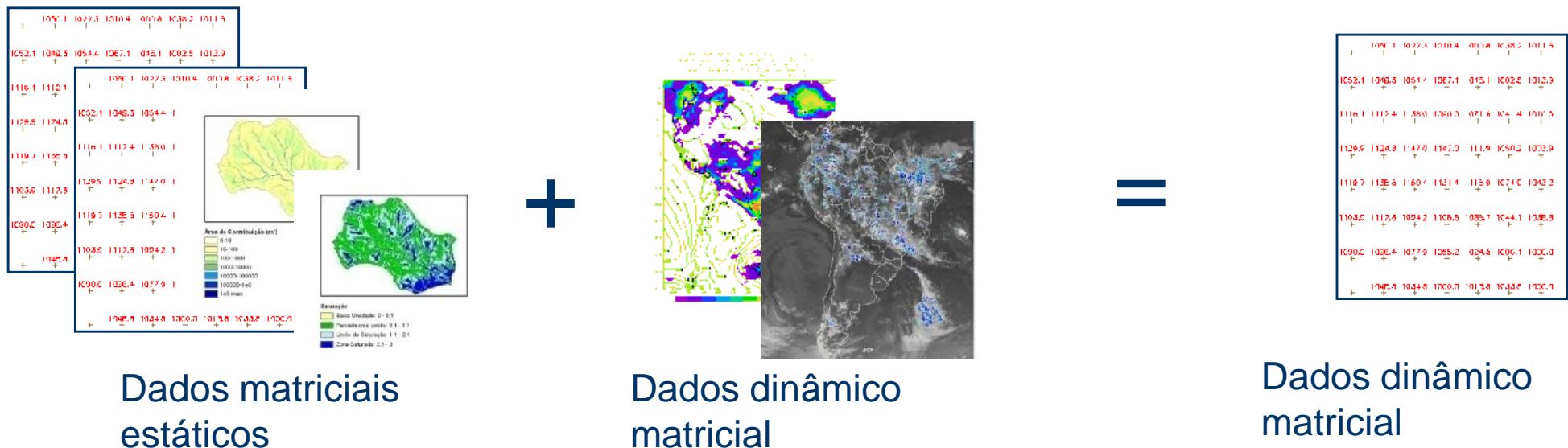
Resultado: `var1 = 15` (se regra de influência é TOCA)
`var1 = 14` (se regra de influência é CENTRO)

Análise baseada em Grades

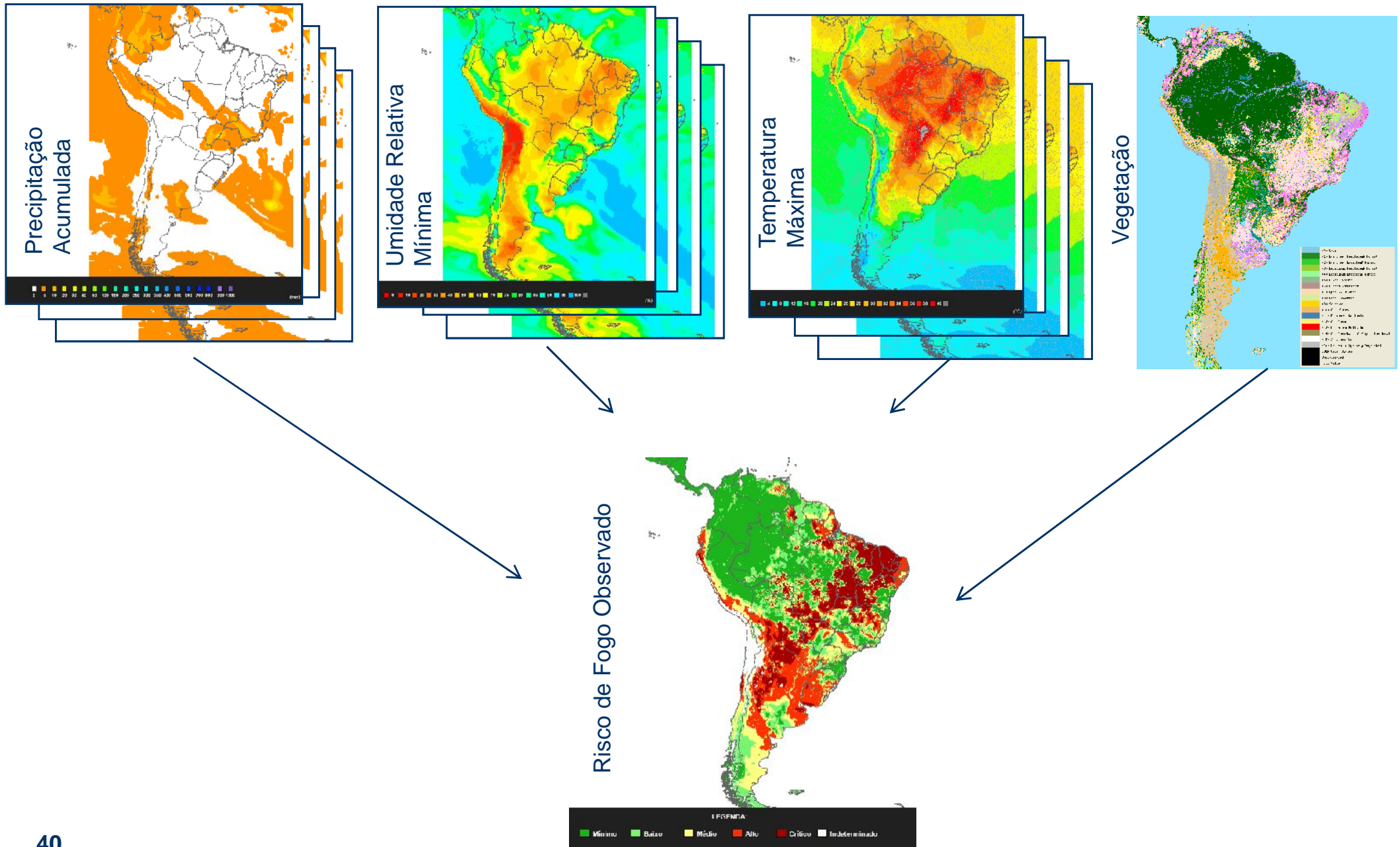
– ENTRADA

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

– SAÍDA : Dado dinâmico matricial.



Cálculo do Risco de Fogo Observado



TerraMA² - Análise baseado em Grades

Cálculo do Risco de Fogo Observado

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

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

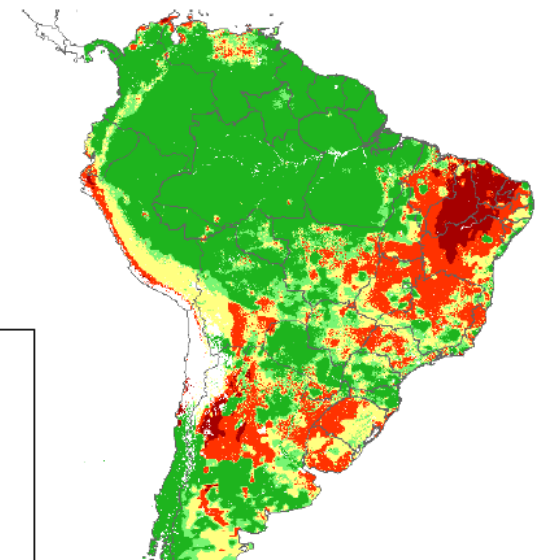
$$Rb_{n=1,7} = \frac{0.9*[1+\sin(A_{n=1,7}*PSE)]}{2},$$

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

$$\text{Fator Temperatura} = FT = Tmax * 0.02 + 0.4$$

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

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



Análise de PCD

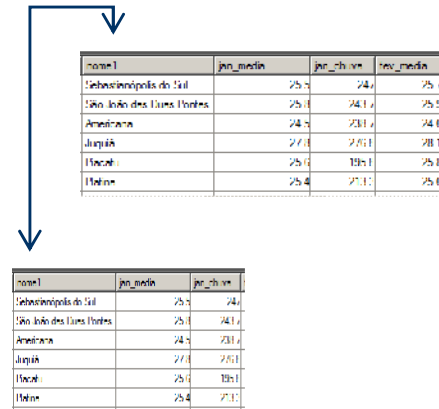
Utiliza a localização de PCD's para alertar de alguma anomalia no ponto



nome_l	pin_medio	pin_chuva	freq_medio
Sobrazópolis do Sul	25.5	24.7	25.7
São João das Duas Pontas	25.8	243.7	25.8
Americana	24.5	233.7	24.6
Juquá	27.8	275.6	28.1
Passatú	25.6	195.6	25.8
Platina	25.4	2.3.3	25.6

PCD's no campo

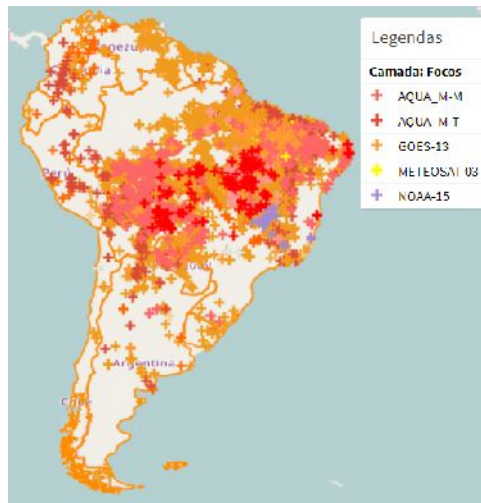
=



Novas colunas com resultados

Exemplo de integração de dados

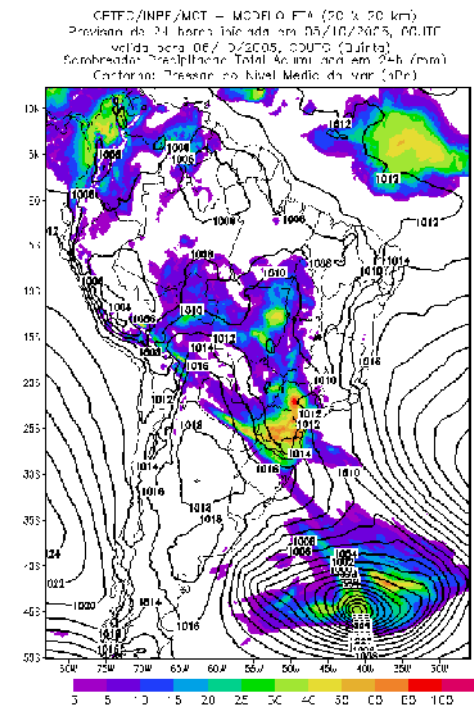
Qual o nível de alerta considerando que há ocorrências de focos de queimadas próximos a uma área ambiental nas últimas 6 horas e a previsão da umidade é menor que 30% nas próximas 4 horas ?



- Focos de Queimadas
- Dados a cada 15 min.
 - Contagem de pontos

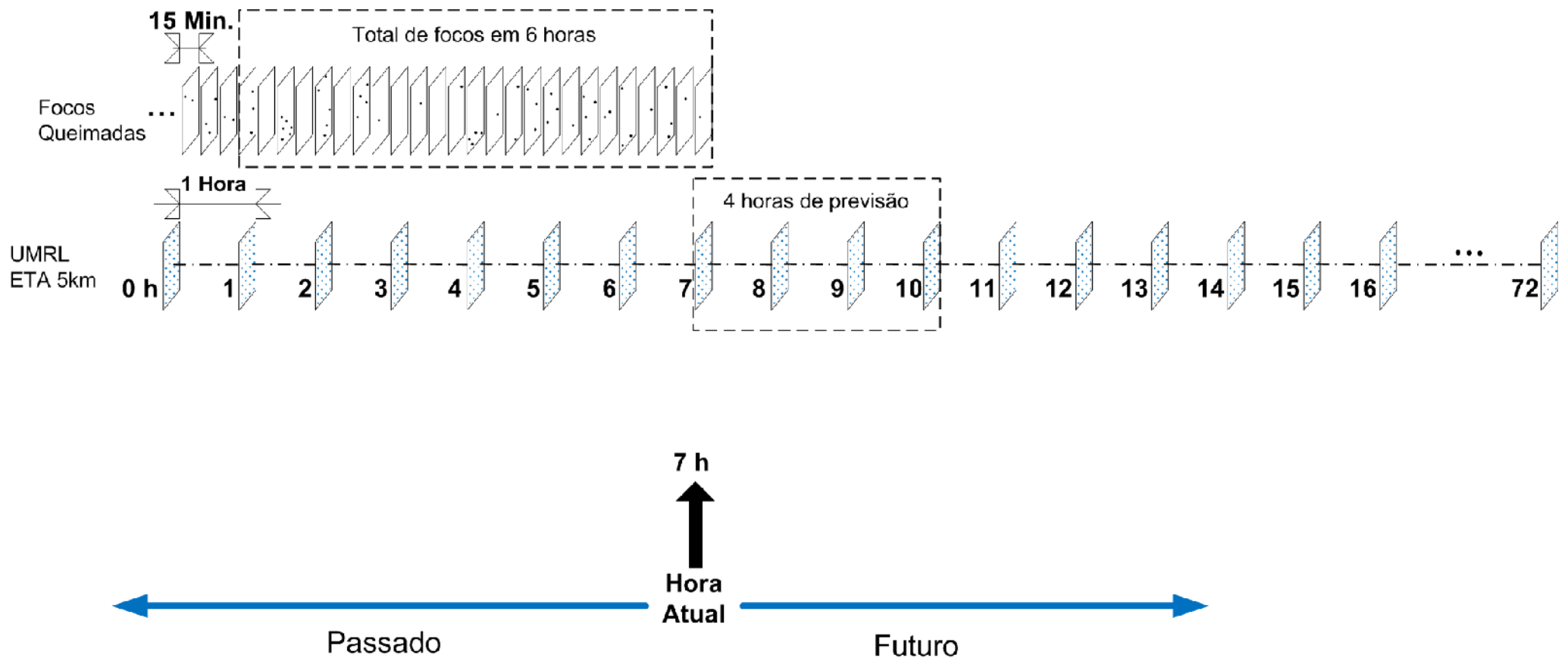
Previsão – ETA Model

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



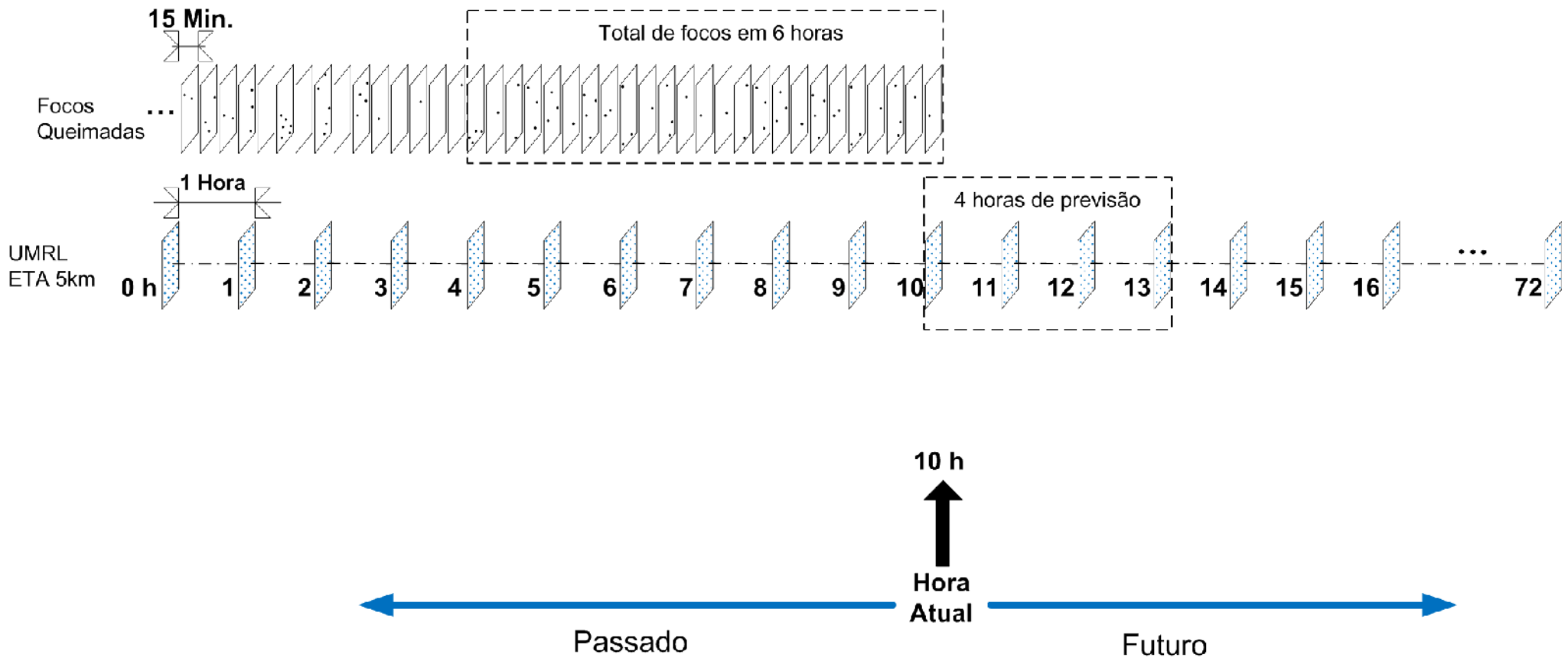
```
var1 = occurrence.zonal.count("ocorrencias", Buffer(), "6h")  
var2 = grid.zonal.forecast.min("ETA5km", "4h", Buffer() )
```

var3 = var1 + var2 ?



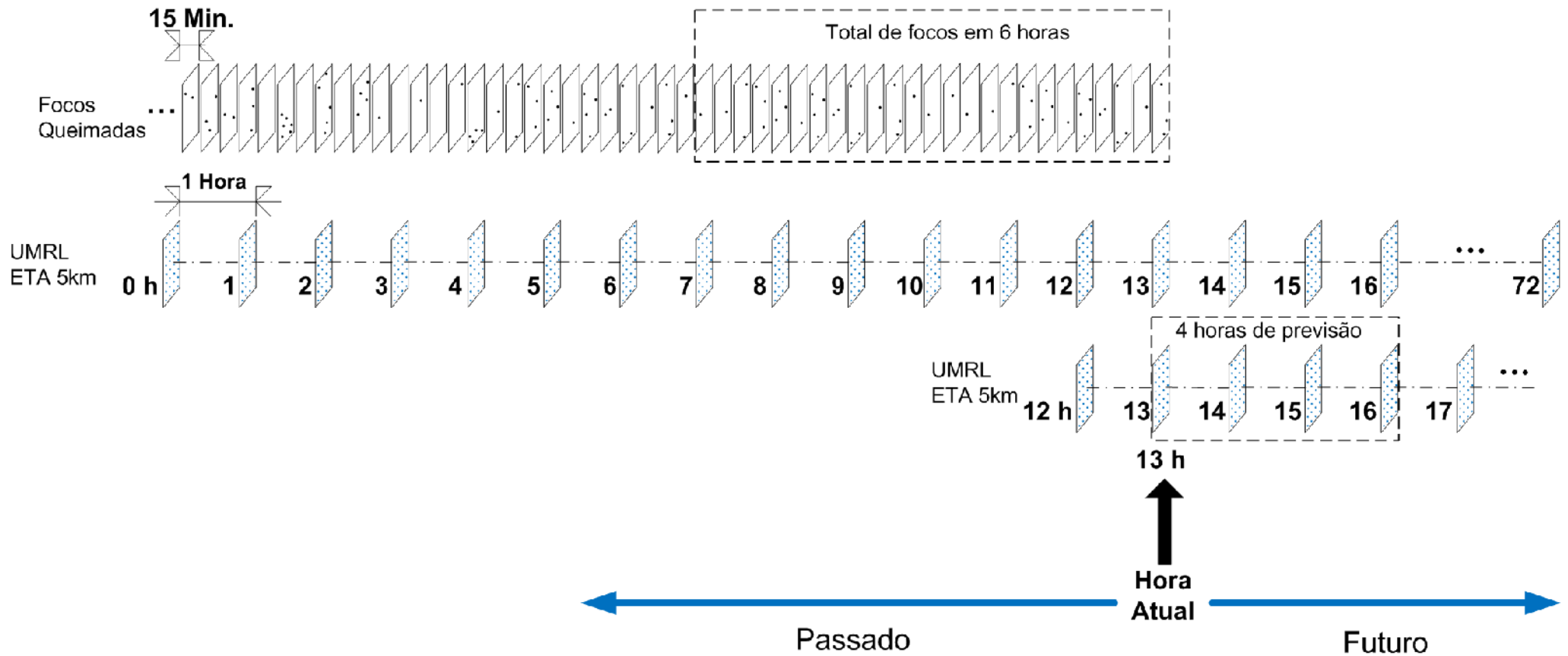
```
var1 = occurrence.count("ocorrencias", Buffer(), "6h")
var2 = grid.zonal.forecast.min("ETA5km", "4h", Buffer() )
```

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 ☰ 🇧🇷 Sair













Administrator
TerraMA²

ENERGISA TO

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

Projetos

Digite para pesquisar 🔍 Avançado + 📄

Nome	Descrição			
 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 ☰ BR 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 Q Avançado +

Nome	Tipo	Descrição	
Local Database PostGIS	POSTGIS	Local Database PostGIS data server	✖ Remover
Local Folder	ARQUIVO	Local Folder data server	✖ Remover
Servidor DGI	FTP	Servidor de Queimadas	✖ Remover

« < 1 > »

Módulo de Administração WEB DADOS DINÂMICOS



TerraMA² ☰ BR Sair




Administrador

Mato Grosso

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

Séries de Dados Dinâmicos

Digite para pesquisar Q Avançado +

Nome	Tipo		
 An_focos Municípios	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




Administrator

Mato Grosso

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

Dados Estáticos

Digite para pesquisar

Nome	Tipo	
 Unidade de Conservação	Objeto Geométrico	<input type="button" value="X Remove"/>
 Municípios de MT	Objeto Geométrico	<input type="button" value="X Remove"/>
 Limite e MT	Objeto Geométrico	<input type="button" value="X Remove"/>

« < 1 > »

Módulo de Administração WEB ANÁLISES



TerraMA² ? Sair

Administrador
TerraMA²

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

Tipo: Objeto Monitorado

Descrição: Análise de focos de Queimadas

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 ☰ BR Sair

Administrator

Mato Grosso

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

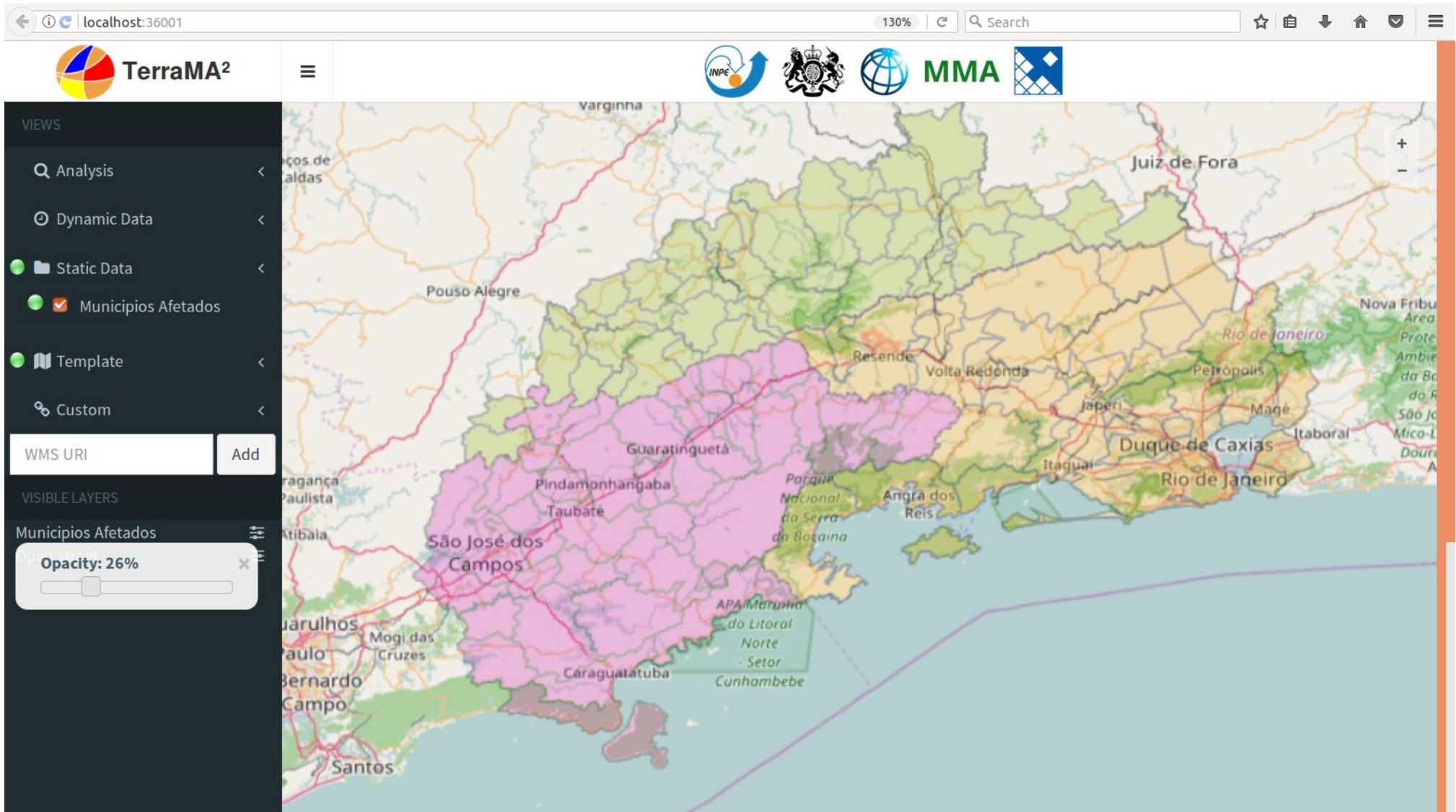
Visualizações

Digite para pesquisar Q Avançado +

Nome	Descrição		
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



The screenshot displays the TerraMA² web application interface. The browser address bar shows 'localhost:36001'. The application header includes the TerraMA² logo, a hamburger menu, and logos for INPE, the Brazilian Government, MMA, and another organization. The main content area features a map of the Rio de Janeiro region with various municipalities highlighted in pink, indicating they are affected. The map includes labels for cities like Juiz de Fora, Petrópolis, Magé, Duque de Caxias, and Rio de Janeiro, as well as parks like Parque Nacional da Serra da Bocaina and APA Marinha do Litoral Norte - Setor Cunhambebe. A sidebar on the left contains a 'VIEWS' menu with options: Analysis, Dynamic Data, Static Data, Municípios Afetados (checked), Template, and Custom. Below the menu is a 'WMS URI' input field with an 'Add' button. The 'VISIBLE LAYERS' section shows 'Municípios Afetados' with an 'Opacity: 26%' slider.

Módulo de Monitoramento WEB

WMS URI Add

VISIBLE LAYERS

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

Attributes of layer: V_An_focos_Munic

monitored_mesoregia	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

The screenshot displays the TerraMA² web monitoring interface. The top navigation bar includes the TerraMA² logo, a menu icon, and logos for INPE, the Brazilian Government, MMA, and a blue diamond logo. A 'Login' button is located in the top right corner. On the left, a dark sidebar contains a 'VIEWS' section with options like 'Alert', 'Analysis', and 'V_focos' (checked). Below this is a 'WMS URI' field and a 'VISIBLE LAYERS' section showing 'V_focos' and 'Open street'. The main map area shows South America with numerous fire focus points (circles) concentrated in the central region. A popup window titled 'Attributes of layer: V_focos' is open, displaying the following data:

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