



## Um Sistema de Gestão de Informações Geográficas em WebGis para o Controle do Monitoramento por Satélite das Obras do PAC





INSS 0103-78110  
Junho, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Monitoramento por Satélite  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# *Documentos On-line 74*

**Um sistema de gestão de informações  
geográficas em WebGIS para o controle do  
monitoramento por satélite das obras do PAC**

Carlos Alberto de Carvalho  
Evaristo Eduardo de Miranda

Embrapa Monitoramento por Satélite  
Campinas, SP  
2009

Exemplares dessa publicação podem ser solicitados na:

**Embrapa Monitoramento por Satélite**

Área de Comunicação e Negócios

Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão

CEP 13070 115 Campinas, SP – BRASIL

Telefone: +55 (19) 3211 6200 Fax: +55 (19) 3211 6222

<http://www.cnpm.embrapa.br>

[sac@cnpm.embrapa.br](mailto:sac@cnpm.embrapa.br)

**Comitê de Publicações**

Presidente: *José Roberto Miranda*

Secretário-Executivo: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Carlos Cesar Ronquim*

*Daniel de Castro Victoria*

*Davi de Oliveira Custódio*

*Graziella Galinari*

*Luciane Dourado*

*Meire Volotão Stephano*

1ª edição

1ª impressão (2009)

Fotos: Arquivo da Unidade

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Monitoramento por Satélite

---

Carvalho, Carlos Alberto

Um sistema de gestão de informações geográficas em WebGIS para o controle do monitoramento por satélite das obras do PAC / Carlos Alberto de Carvalho e Evaristo Eduardo de Miranda. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009.

43 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 74).

ISSN 0103-78110

1. WebGIS 2. Sistema de gestão de informações geográficas  
3. Monitoramento de obras do PAC 4. Imagens de Satélite I. Embrapa.  
Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas-SP).  
II. Título. III. Série.

CDD 658.05

---

© Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009

## ***Autores***

**Carlos Alberto de Carvalho**

Analista de Sistemas

Embrapa Monitoramento por Satélite

*calberto@cnpem.embrapa.br*

**Evaristo Eduardo de Miranda**

Doutor em Ecologia

Embrapa Monitoramento por Satélite

*mir@cnpem.embrapa.br*

## **Sumário**

1 - Introdução.....	7
2 - Antecedentes.....	8
3 - Situação problema.....	10
4 - Objetivo.....	11
5 – Métodos.....	12
6 – Material.....	13
7 - Resultados.....	14
Fluxograma para o monitoramento por satélite das obras do PAC .....	14
Esquema do banco de dados espacial.....	15
Conversão e Importação.....	16
Converter o formato shape para o banco de dados usando shp2pgsql.....	17
Converter o formato KML para o banco de dados usando scripts PHP.....	18
Exportação das localizações para outros formatos.....	19
Converter uma tabela espacial em shape usando pgsql2shp.....	19
Converter uma tabela espacial em KML usando scripts PHP.....	20
Validação da localização das obras.....	21
Controle de pedido e recebimento de imagens de satélite.....	21
Organização das imagens de satélite.....	27
Disponibilização das imagens em WebGIS.....	28
Cópia das imagens para o servidor de WebGIS.....	28
Inclusão do nome de arquivo da imagem no banco de dados.....	29
Execução do script para vasculhar a estrutura de diretórios.....	30
Geração do arquivo de configuração mapfile.....	31
Geração do arquivo de template.....	33
Relatórios Diversos.....	35
8 - Discussão e Conclusões.....	36
9 - Referências Bibliográficas.....	38
Anexos.....	40
Estrutura SQL do banco de dados espacial de obras.....	40
Visões SQL para exportação no formato shape.....	42

## **Figuras**

Figura 1: Protótipo de disponibilização das imagens em um WebGIS.....	9
Figura 2: Fluxograma de trabalho.....	14
Figura 3: Esquema do banco de dados espacial das obras do PAC.....	16
Figura 4: Diagrama da conversão.....	18
Figura 5: Formulário de inclusão de localização de obra.....	19
Figura 6: Relatório com a localização das obras e apresentação no Google Earth .....	21
Figura 7: Pedido individual.....	22
Figura 8: Pedidos em lote.....	22
Figura 9: Relatório de Pedido.....	23
Figura 10: Email com amostra das imagens.....	23
Figura 11: Diagrama de aprovação compartilhada.....	24
Figura 12: Cadastro das amostras de imagens.....	24
Figura 13: Aprovação das amostras.....	25
Figura 14: Amostras aprovadas.....	25
Figura 15: Estrutura de diretórios.....	26
Figura 16: Formulário de cadastro das áreas em km <sup>2</sup> das imagens.....	26
Figura 17: Relatório de aprovação para pagamento.....	27
Figura 18: Estrutura de diretório das imagens aprovadas e originais.....	27
Figura 19: Geração automática do arquivo de configuração e do template.....	28
Figura 20: Cópia da imagem de satélite para o servidor de WebGIS.....	29
Figura 21: Inclusão do nome da cena e do nome do arquivo da imagem no banco de dados.....	29
Figura 22: Resultado do script que gera o arquivo MAPFILE.....	32
Figura 23: Ferramenta de localização da obra (Eclusa de Tucuruí).....	33
Figura 24: Ferramenta de comparação de imagens (Metrô de Salvador).....	33
Figura 25: Resultado do script de geração de ferramenta de localização e comparação.....	34
Figura 26: Relatório de obras por eixo e categoria.....	35
Figura 27: Relatório de número de imagens por obras.....	35
Figura 28: Relatório de obras passíveis de monitoramento.....	36

## ***Resumo***

Este artigo mostra um sistema de gestão das informações geográficas estruturado para padronizar a base cartográfica das obras do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC e controlar o pedido, recebimento, organização e disponibilização de imagens de satélite de alta resolução espacial. Essas duas rotinas constituem o sistema de monitoramento por satélite das obras do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC e de seus impactos, instalado na Embrapa Monitoramento por Satélite, em Campinas, SP, em 2008. Na primeira etapa apresenta os antecedentes e a contextualização do projeto de monitoramento das obras do PAC e uma breve descrição de um protótipo de sistema. Na segunda etapa introduz as limitações encontradas no protótipo, os objetivos e os métodos utilizados no desenvolvimento do sistema. A terceira etapa descreve um fluxo de trabalho e a implementação da estruturação de um banco de dados espacial para unificar e armazenar as localizações geográficas das obras. Também são apresentadas as ferramentas para converter as localizações das obras em formato passível de inclusão no banco de dados espacial. A quarta etapa apresenta as ferramentas para extrair as localizações das obras em formatos de dados conhecidos, de modo a servir de intercâmbio de informação entre os parceiros do projeto. A quinta etapa apresenta um conjunto de formulários responsáveis pelo controle de pedidos, recebimento e aprovação das imagens de satélite de alta resolução. A sexta etapa discute uma proposta de estrutura de diretórios para armazenar as imagens de satélite recebidas e uma maneira de efetuar a conferência, validação e pagamento das mesmas. A sétima etapa apresenta um conjunto de programas para gerar automaticamente os arquivos de configuração para a disponibilização em WebGIS, baseados nas informações armazenadas no banco de dados espacial e pela varredura da estrutura de diretórios das imagens de satélite. Finalizando, são discutidos os resultados obtidos e sugeridas propostas de estudos futuros.

# 1 - Introdução

O Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, lançado em janeiro de 2007, é um programa estratégico do Governo Federal que prevê investimentos de R\$ 504 bilhões, em quatro anos, na recuperação da infra-estrutura, além de medidas para aumentar o ritmo de crescimento econômico do país (PAC, 2008). São milhares de obras, de diversa natureza e valor, com cronogramas de implantação diferentes, nas mais diversas localizações geográficas e de condições de implantação. As obras seguem lógicas ligadas a uma série de Ministérios e suas respectivas áreas de atuação e responsabilidade. Sua interação sócio-econômica, ambiental e sua proximidade espacial podem gerar sinergias e deseconomias, impactos territoriais positivos e negativos. Esta situação demanda o desenvolvimento de métodos e instrumentos, complementares aos já existentes do Governo Federal, para monitorar o andamento das obras, definir tipologias e os impactos decorrentes, com espacialização dos fenômenos detectados.

O Presidente da República solicitou um monitoramento atualizado e circunstanciado do andamento e da execução das obras e de seus impactos diretos e indiretos com base em imagens de satélite. O Comitê Gestor do PAC da Casa Civil e o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República – GSI/PR explicitaram uma série de demandas de informações relativas às obras do PAC à Embrapa Monitoramento por Satélite, complementares aos seus sistemas de monitoramento. Elas serviram à montagem de um exercício piloto que foi a base para a elaboração deste projeto, incorporado ao Programa de Fortalecimento e Crescimento da Embrapa - PAC Embrapa. Os resultados obtidos também interessam à Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos – SPI do Ministério do Planejamento, cujas possíveis demandas poderão ser incorporadas ao sistema de monitoramento por satélite a partir de 2009.

O monitoramento temporal das obras selecionadas do PAC, assim como o de seus impactos, com grande detalhe de resolução espacial, será obtido por imagens orbitais de satélites de alta resolução. A criação de uma sub-unidade operacional de gestão para atender as demandas dos órgãos da Presidência da República na Embrapa Monitoramento por Satélite garantirá um atendimento em termos de relatórios, arquivos de imagens e de comunicação de informações, dentro de normas técnicas exigidas de segurança, sigilo e confiabilidade.

O projeto visa o desenvolvimento tecnológico de um sistema multisatelitário e geocodificado de monitoramento das obras do PAC por satélite pela Embrapa Monitoramento por Satélite (EMBRAPA, 2008). Esse monitoramento dará ênfase ao acompanhamento da execução das obras e seus impactos diretos e indiretos, de forma complementar aos instrumentos já existentes no Governo Federal.

## 2 - Antecedentes

Durante o primeiro semestre de 2008, em um trabalho conjunto com a Casa Civil a partir da coleta de informações em relatórios, foi levantado um número de 1,5 mil obras a serem monitoradas. Após reuniões com a Casa Civil e a Embrapa Monitoramento por Satélite, as obras foram tipificadas para determinar quais seriam passíveis de monitoramento através de imagens de satélite, tendo em vista a sua extensão territorial. Parâmetros como longos trechos de estradas, obras subterrâneas ou de baixo custo foram utilizados na exclusão de obras. Áreas concentradas, como aeroportos, usinas hidrelétricas e terminais hidroviários foram selecionados. Em uma aproximação preliminar, o número atingido foi de cerca de 300 obras.

Para fins de criação de um protótipo a partir dessas 300 obras, foram selecionadas dez, consideradas como prioritárias pela Casa Civil.

Utilizando uma base cartográfica dispersa e no mais variados formatos, como *shape*, KML e coordenadas de latitude e longitude em planilhas, as localizações geográficas dessas obras prioritárias foram consolidadas em uma base única, agregando a um único arquivo *shape*. Mais detalhes sobre os formatos *shape* e KML podem ser encontrados em (ESRI, 2002) e (GOOGLE, 2008).

De posse dessas localizações, foram solicitados exemplos de imagens junto a empresas de imageamento de satélite. Para tanto, foi enviado por email um arquivo de localizações no formato *shape*. Estas empresas disponibilizaram os exemplos de imagem em seus servidores de FTP, a partir dos quais foi feito o download e as imagens organizadas em uma estrutura de diretórios com os nomes das obras.

Segundo Carvalho et al. (2004), esta base cartográfica de obras e suas respectivas imagens de satélite foram agregadas a uma ferramenta de WebGIS. O que permitiu a criação de um protótipo para avaliação da Casa Civil.

Este protótipo utilizou um número reduzido de imagens e de obras, e o controle de chegada de imagens foi feito por planilhas e a organização dos arquivos de imagens realizada manualmente.



Figura 1: Protótipo de disponibilização das imagens em um WebGIS

### **3 - Situação problema**

O método utilizado para a criação e manutenção do protótipo se mostrou adequado para um volume de informações geográficas reduzido, em torno de dez localizações de obras e 30 imagens de satélite. Ainda assim, este protótipo não prevê questões de atualização e correção geográfica da base cartográfica de obras.

O trabalho de monitoramento das obras do PAC previu a aquisição de 45 mil km<sup>2</sup> de imagens para o ano de 2008. Estimando uma média de 100 km<sup>2</sup> por imagem, resultaria em 450 imagens de satélite das mais variadas localizações e datas. A localização de uma obra pode ser composta de elementos geográficos como pontos, linhas e polígonos, o que aumenta a complexidade da forma vetorial de uma obra. Além disso, para cada obra é associado um conjunto de imagens de satélite, o qual sofre inclusões e alterações.

Surge a necessidade de criar um mecanismo para controlar os elementos gráficos/vetoriais de cada obra e suas respectivas localizações geográficas, suas imagens de satélite associadas, e ainda de controlar o pedido e recebimento de um grande número de imagens de satélite e a organização das mesmas, sem perder o controle de quais áreas foram solicitadas, recebidas e disponibilizadas.

## 4 - Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é apresentar um sistema de gestão das informações geográficas, baseado em banco de dados, para organizar os elementos gráficos/vetores das localizações das obras, controlar o pedido, recebimento, aprovação, organização e disponibilização de imagens de satélite, que constituem o sistema de monitoramento das obras do PAC, utilizando um banco de dados espacial e uma aplicação WebGIS.

Como objetivos específicos estão:

1. Concentrar e padronizar em uma base unificada as localizações das obras;
2. Controlar o pedido de imagens de satélite junto às empresas de aquisição;
3. Controlar o recebimento e aprovação das imagens solicitadas;
4. Organizar as imagens de satélite;
5. Disponibilizar as imagens de satélite através de uma aplicação WebGIS.

## 5 – Métodos

1. Modelar um fluxo de trabalho de interação entre Embrapa Monitoramento por Satélite, Casa Civil e empresas de imageamento, proporcionando a validação das localizações das obras;
2. Modelar e construir um banco de dados espacial que agregue as informações de pedido (textual, numérica) e as informações de localização (geográfica);
3. Identificar e utilizar métodos de conversão e importação das informações geográficas das obras que estão dispersas em diferentes formatos;
4. Identificar e utilizar ferramentas capazes de exportar dados geográficos armazenados no banco de dados para formatos KML e *shape*, de maneira que estes dados possam servir de intercâmbio e validação de informação entre as instituições parceiras;
5. Implementar formulários de pedidos de imagens e de controle de recebimento;
6. Implementar formulários de aprovação do recebimento de imagens;
7. Criar estruturas de diretório para a organização, armazenamento e catalogação das imagens de satélite;
8. Incorporar as imagens de satélite em uma aplicação de WebGIS de maneira automática, utilizando scripts e programas;
9. Gerar relatórios consolidados a respeito das obras e imagens cadastradas no banco de dados espacial.

## 6 – Material

Na execução desta pesquisa foram utilizados os seguintes equipamentos e softwares:

- Dois servidores SUN com 4 Gb de RAM, HD de 1 Tb, sendo um servidor de WebGIS e outro servidor para armazenar as imagens e o banco de dados espacial;
- Duas estações de trabalho para tratamento de imagem AMD Sempron 2GHz, 2Gb de RAM, HD de 250Gbytes;
- Software Image Erdas e ESRI ArcGIS;
- Software de banco de dados espacial PostgreSQL + PostGIS;
- Software servidor de WebGIS em Mapserver, Apache e PHP.

## 7 - Resultados

A proposta de fluxo de trabalho é representada no diagrama a seguir, que mapeia as etapas necessárias para padronizar a base de dados, validar localizações, aprovar, receber, organizar e disponibilizar as imagens de satélite.

### Fluxograma para o monitoramento por satélite das obras do PAC

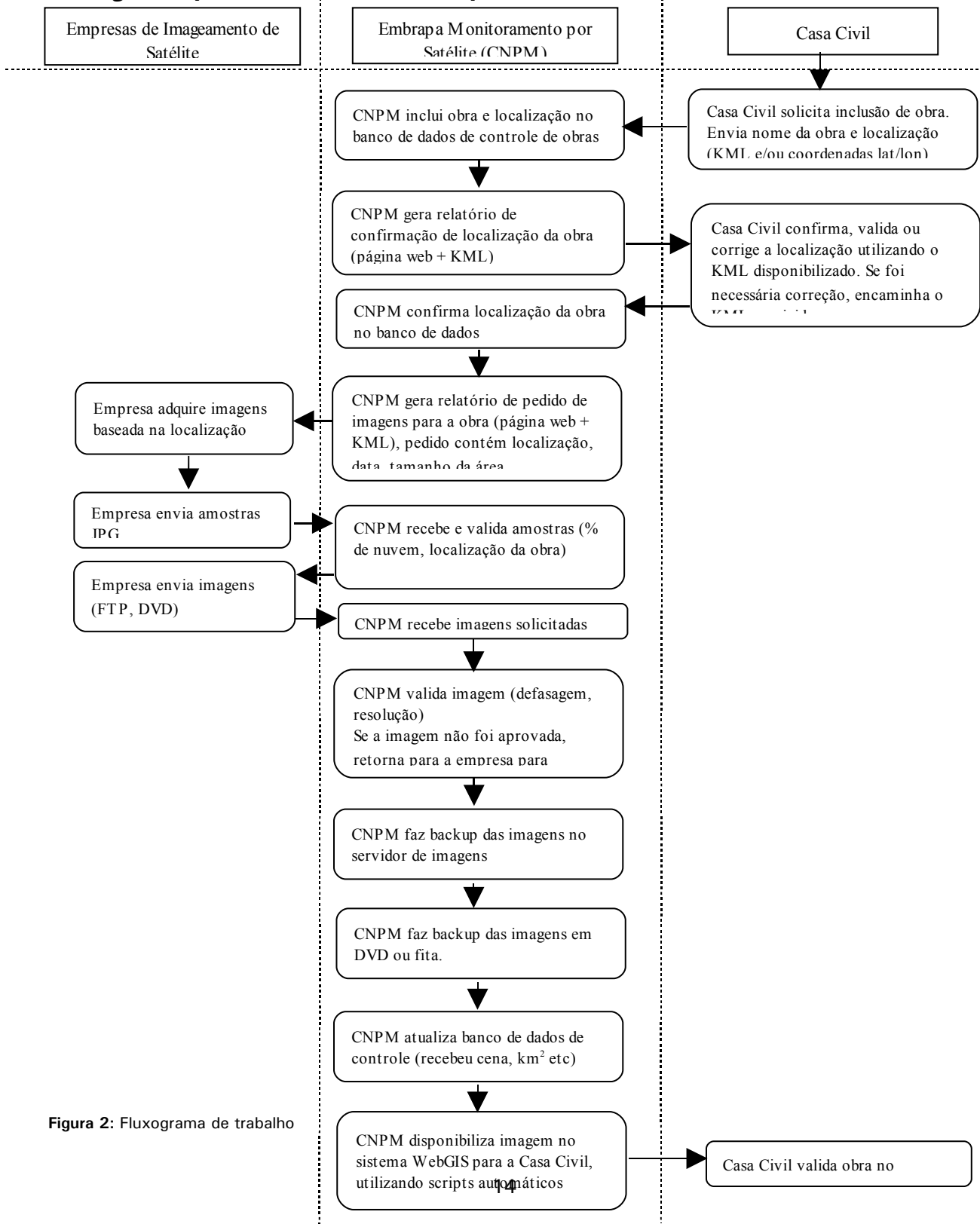


Figura 2: Fluxograma de trabalho

### ***Esquema do banco de dados espacial***

Uma base de dados geográfica central de localizações facilita a verificação, confirmação e correção de localizações. Este é um passo fundamental para a requisição de imagens junto às empresas de imageamento.

Criar uma base centralizada de localizações em um banco de dados espacial permite gerar relatórios de localização, exportar para outros formatos (KML, *shape*) e permite a catalogação dos arquivos físicos de imagens de satélite com as suas respectivas obras.

Segundo Coutinho (2006) a escolha do banco de dados espacial PostgreSQL + PostGIS foi baseada na experiência de um projeto anterior, o Sistema de Gestão Territorial da Faixa de Fronteira para Defesa Agropecuária, onde foi utilizado este banco de dados para congrega as informações relativas às propriedades rurais na faixa de fronteira. Este banco de dados espacial também permite análises espaciais que serão úteis nos relatórios, como distâncias entre obras ou relações de contido e contém (RAMSEY, 2006).

O esquema do banco de dados espacial é mostrado a seguir. Apesar de possuir entidades geográficas, isto não impediu que se utilizassem os conceitos de modelagem de dados do Modelo Relacional, que é abordado em mais detalhes por Maccario (2008). As entidades geográficas foram incluídas nas tabelas *localizacaopoligono*, *localizacaoponto* e *localizacaolinha*, em um campo chamado *the\_geom*. A estrutura desses campos de formato de geometria é vista em mais detalhes por Ramsey (2006). Esse esquema de dados foi gerado automaticamente com o software pgdesigner (McCawley III, 2008).

Um detalhe na concepção desse banco de dados é que ele armazena as estruturas vetoriais das obras. As imagens de satélite correspondentes a cada obra são armazenadas no sistema de arquivos em uma estrutura de diretórios. Apenas suas referências de localização são guardadas no banco de dados, como será apresentando mais adiante.

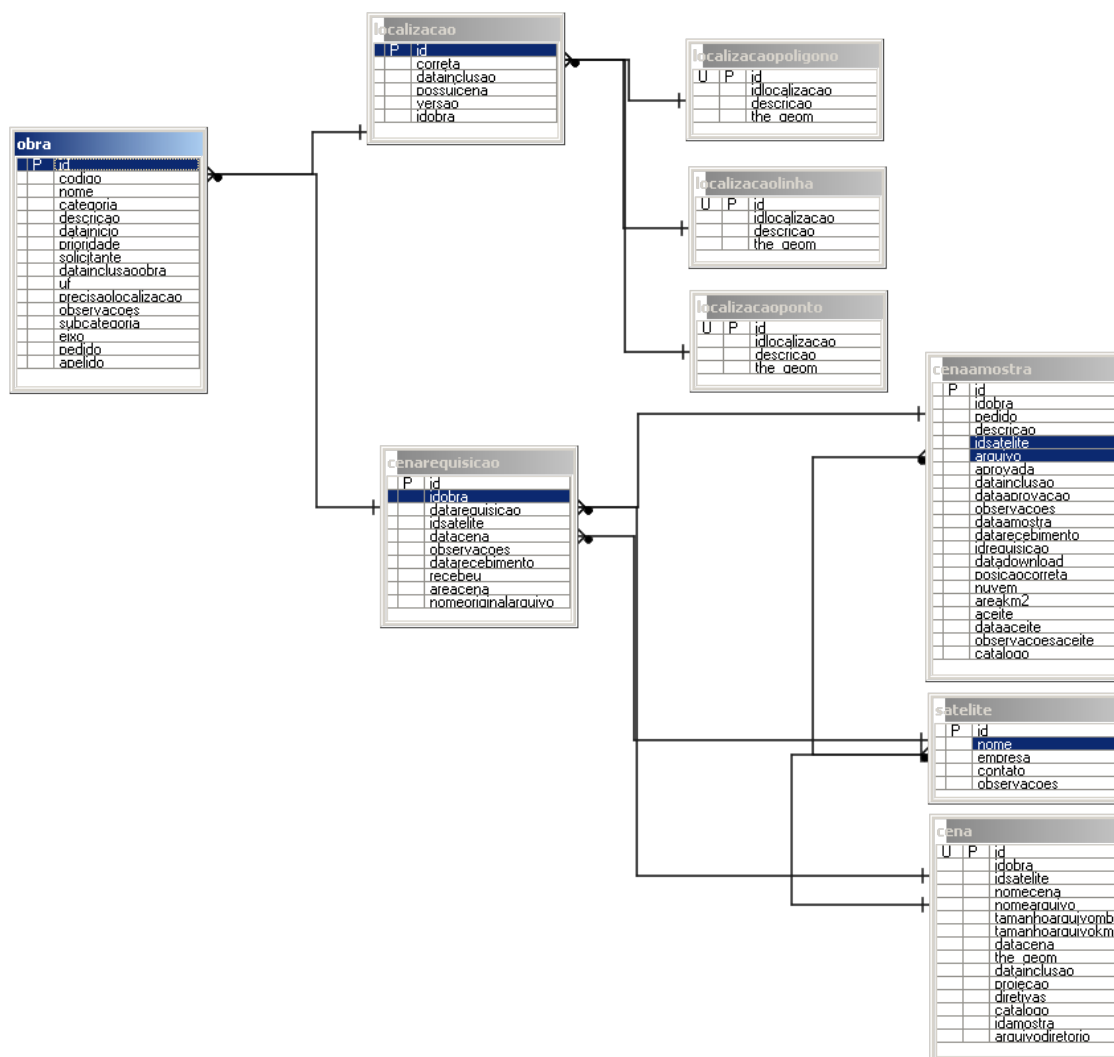


Figura 3: Esquema do banco de dados espacial das obras do PAC

As componentes geográficas do banco de dados espacial (tabelas de polígonos, linhas e pontos) trazem um novo modo de raciocinar as consultas tradicionais, baseadas em campos textuais e/ou numéricos. Incluem a noção de proximidade, contém/contém, área e distância para os elementos do banco de dados. Permite relações do tipo “Obras que estão a X km de uma estrada”, ou “obras que estão dentro de uma área de influência”.

### Conversão e Importação

A Casa Civil e os gestores de obras executam um grande esforço para determinar e organizar a localização espacial das mesmas. Devido ao grande número de atores envolvidos nesse processo, este resultado de localizações chega nos mais diversos formatos, como KML, *shape* e planilhas com latitude e longitude.

Uma vez criada a base centralizada em um banco de dados espacial, foi necessário carregá-la com as informações a respeito de obras. As informações textuais e numéricas são cadastradas de maneira tradicional, através de formulários conectados ao banco de dados. Porém, para a informação espacial, são necessários alguns métodos de conversão e importação.

Para esta base de dados, foram utilizados os seguintes métodos:

## **Converter o formato *shape* para o banco de dados usando *shp2pgsql***

As localizações recebidas no formato *shape* foram inicialmente convertidas em tabelas espaciais utilizando o aplicativo *shp2pgsql*, que faz parte do módulo PostGIS (RAMSEY, 2006). Este aplicativo constrói uma estrutura da linguagem SQL, agregada com elementos espaciais, que é carregado em uma tabela temporária na base de dados. Uma descrição mais detalhada sobre a linguagem SQL pode ser vista em (LIMA, 2008).

Através de comandos SQL na base de dados, estes registros de localização das obras são copiados e relacionados com suas obras. Após terminado o processo, a tabela temporária é apagada.

Exemplo:

```
//converte o shape de terminais hidroviários para uma tabela
shp2pgsql -s 4291 IEL_Hidrovia.shp tmpHidroviaPontos > tmpHidroviaPontos.sql

//carrega a tabela temporária para o banco de dados
pgsql -u user -h localhost pac < tmpHidroviaPontos.sql

//insere na tabela de obras os registros de terminais hidroviários
//usa como chave para interligação o campo datainclusaoobra
// supondo datainclusaoobra = '2008-10-01'
INSERT INTO obra (codigo,nome,categoria,subcategoria,eixo,uf,datainclusaoobra)
SELECT gepac as codigo, nome, tipo as categoria, subtipo as subcategoria, eixo,
uf, now() as datainclusaoobra from tmphidroviapontos

//insere a localização das obras
INSERT INTO localizacao(idobra, datainclusao, correta, possuicena, versao)
select id as idobra, now() as datainclusao, 'S' as correta, 'N' as possuicena,
'atual' as versao from obra where datainclusaoobra = '2008-10-01'

//insere a geometria do ponto
INSERT INTO localizacaoponto (idlocalizacao, descricao, the_geom)

select localizacao.id as idlocalizacao, obra.nome as descricao,
tmphidroviapontos.the_geom
from localizacao, obra, tmphidroviapontos
where obra.id = localizacao.idobra and
tmphidroviapontos.gepac = obra.codigo and
localizacao.datainclusao = '2008-10-01'
```

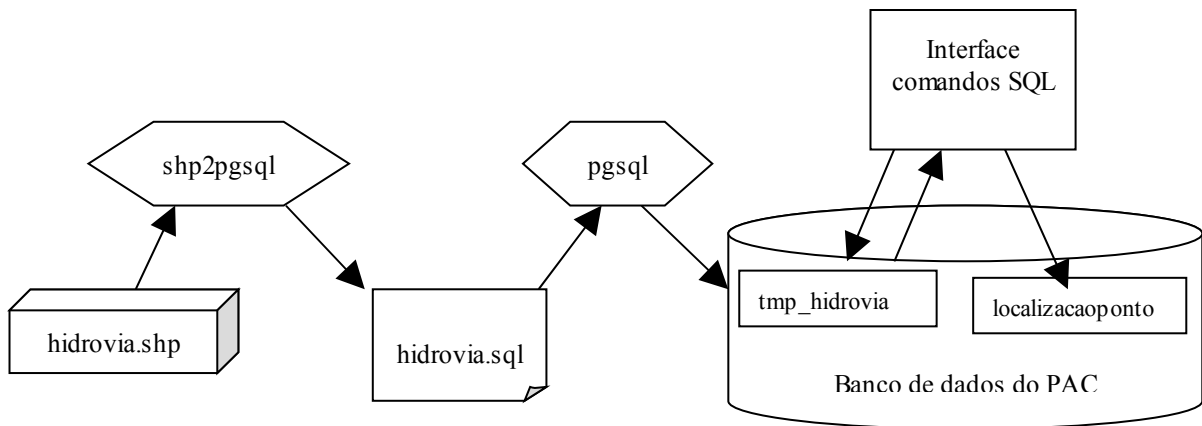


Figura 4: Diagrama da conversão

## Converter o formato KML para o banco de dados usando scripts PHP

Por ser um formato aberto e textual, o KML pode ser aberto em um editor de textos comum e a sua informação geográfica está visível em um campo chamado `<coordinates>longitude, latitude</coordinates>`

Criando um formulário em PHP (PHP, 2003), que recebe este texto `<coordinates>longitude, latitude</coordinates>`, é possível capturar a latitude e longitude e utilizar o construtor do módulo espacial linguagem SQL `GeomFromText()` (RAMSEY, 2006) para inserir esta localização diretamente no banco de dados. Quanto à questão da projeção geográfica da localização, o KML do Google Earth utiliza o sistema de coordenadas WGS84 de projeção cilíndrica simples (GOOGLE EARTH, 2008), representada no banco de dados pelo código `proj 4326`. O código para esta projeção é facilmente incluído no script PHP. Mais detalhes sobre os conceitos de projeção são abordados em (D'ALGE, 2008).

Exemplo:

```

...
// trecho de código PHP
$latitude = $_POST["latitude"];
$longitude = $_POST["longitude"];
//Projeção WGS84
$projecao = "4326";
$sql = insert into localizacaoponto (idobra, the_geom) values
(1,GeometryFromText('$longitude $latitude', $projecao)
$db->execute($sql);
...

```

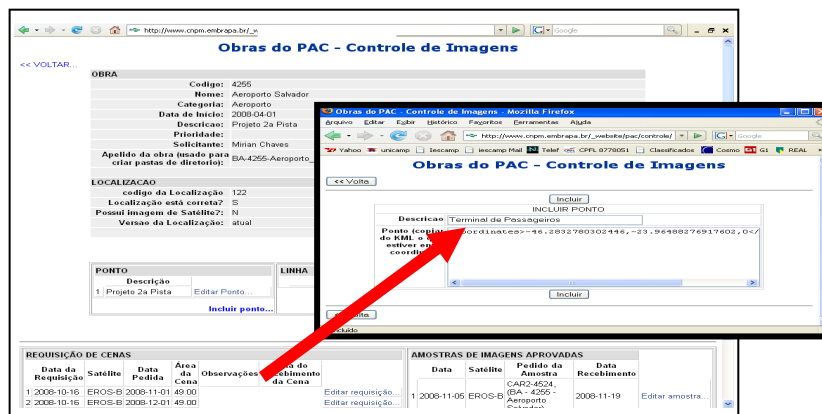


Figura 5: Formulário de inclusão de localização de obra

## Exportação das localizações para outros formatos

A exportação da localização das obras para formatos do tipo shape e KML permite a interação entre as instituições parceiras. Pode-se gerar arquivos KML para serem enviados aos gestores de obras, o que permite confirmar a localização ou mesmo ainda alterá-la no próprio Google Earth e retornar esta nova localização. Para as empresas de imageamento, o pedido de imagem pode ser enviado por email tanto como um arquivo shape quanto um KML ou ainda uma planilha com as latitudes e longitudes.

## Converter uma tabela espacial em *shape* usando pgsql2shp

Assim como na importação dos dados, o banco de dados espacial PostgreSQL + PostGIS possui uma ferramenta de exportação para o formato shape, chamada pgsql2shp. Este aplicativo consegue converter uma tabela ou consulta SQL espacial em um formato shape.

Exemplo:

```
pgsql2shp -u postgres pac obraspontos -f obraspontos.shp
```

Onde **pac** é o banco de dados e **obraspontos** é uma tabela espacial.

Este comando irá criar os arquivos obraspontos.shp, obraspontos.shx e obraspontos.dbf, que formam o padrão shape, que pode ser carregado nos softwares de geoprocessamento, como o ESRI ArcGIS (ESRI, 2003).

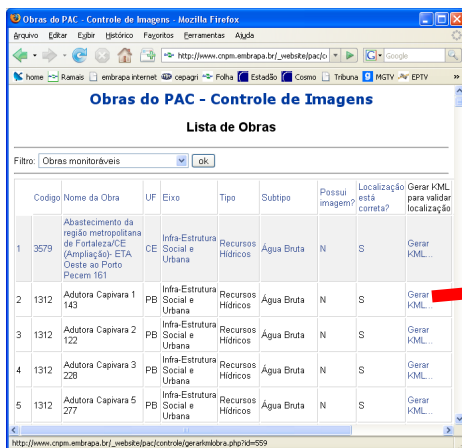
## Converter uma tabela espacial em KML usando scripts PHP

Utilizando um script PHP que executa uma consulta ao banco de dados resgatando os campos de geometria da tabela e utilizando a função `astext()` (RAMSEY, 2006), é possível gerar a estrutura de um arquivo KML, que será enviado via web ao navegador e associado ao Google Earth. A versão simplificada desse código é apresentada a seguir:

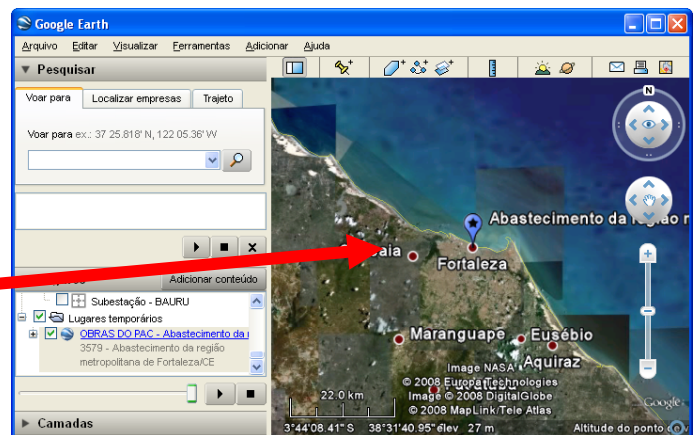
```
...
//trecho de código PHP
//captura a localização de uma obra
$sql = "SELECT descricao, astext(the_geom) as geometria
      FROM localizacao ponto
      WHERE idlocalizacao = $idlocalizacao
      ";
//executa SQL
...
$descricao = $rs->fields["descricao"];
$geometria = $rs->fields["geometria"];
//extrair as coordenadas
$geometria = str_replace("MULTIPOINT(", "", $geometria);
$geometria = str_replace("POINT(", "", $geometria);
$geometria = str_replace(")", "", $geometria);
$arraygeometria = explode(" ", $geometria);
//cria a estrutura do KML
$linha = "
<Placemark>
  <name>$descricao</name>
  <description><![CDATA[<b>$descricao</b> <br />]]></description>
  <styleUrl>#msn_blu-stars_copy0</styleUrl>
  <Point>
    <coordinates>$arraygeometria[0], $arraygeometria[1]</coordinates>
  </Point>
</Placemark>
";
...
$arq =
'<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.1">
<Document>
  <name>OBRAS DO PAC - ' . $descricao . '</name>
  <StyleMap id="msn_blu-stars_copy0">
    <Pair>
      <key>normal</key>
      <styleUrl>#sn_blu-stars_copy0</styleUrl>
    </Pair>
    <Pair>
      <key>highlight</key>
      <styleUrl>#sh_blu-stars_copy0</styleUrl>
    </Pair>
  </StyleMap>
  ' .
  $linha
  ' .
'</Document>
</kml>
";
//envia para o navegador o arquivo KML
header("Content-type: application/vnd.google-earth.kml+xml .kml");
header("Content-Disposition: attachment; filename=pac" . $descricao);
echo $arq;
```

## Validação da localização das obras

Uma vez que a base de dados agrega todas as obras com suas localizações geográficas e através de programação script PHP e/ou ferramentas integradas se obtém a exportação de formatos KML e shape, respectivamente, é possível gerar um relatório com todas as obras e suas localizações, o qual fica disponível, em uma página web protegida por senha, para verificação e validação da Casa Civil. A partir deste relatório, basta clicar na função gerar KML para esta localização ser carregada no Google Earth.



Código	Nome da Obra	UF	Eixo	Tipo	Subtipo	Passou imagem?	Localização está correta?	Gerar KML para validar localização
1	3579	CE	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Água Bruta	N	S	Gerar KML
2	1312	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Água Bruta	N	S	Gerar KML
3	1312	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Água Bruta	N	S	Gerar KML
4	1312	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Água Bruta	N	S	Gerar KML
5	1312	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Água Bruta	N	S	Gerar KML



Uma funcionalidade importante para este modelo de trabalho é controlar o que está sendo pedido em imagens e o que foi atendido. Para efetuar o pedido de imagens, foram desenvolvidos dois tipos de formulários:

O formulário de pedido individual, em que se escolhe uma imagem para uma determinada obra e efetua-se um pedido:

Figura 7: Pedido individual

Como o número de obras para monitorar é de aproximadamente 300, efetuar um pedido de cada vez torna-se cansativo. No caso de gerar um pedido com um grande número de obras, foi implementado o formulário de pedido em lote, onde pode-se selecionar várias localizações de obras e gerar um relatório com todas elas:

Figura 8: Pedidos em lote

Após selecionar as obras por um dos dois tipos de formulário, é gerado um relatório de pedido de imagens para as obras, que pode ser exportado para KML (localização das obras) e impresso para PDF (dados textuais das obras), utilizando um gerador de PDF como (CHINERY, 2008):

**Obras do PAC - Controle de Imagens**  
**RELATÓRIO: Pedidos de imagens para Obras**

Cenas requisitadas no pedido do dia:  
**2008-10-03**

Datas de pedidos:

DATA DO PEDIDO: 2008-10-03										
Satélite	Codigo	Nome da Obra	UF	Elxo	Categoria	Data pedida	Área pedida	Observacoes	Gerar KML para validar localização	Data do recebimento da imagem
1	EROS-B	1440	COMPERJ - Petrobras	RJ	Infra-Estrutura Energética	Petróleo e Gás Natural	2008-12-01	49.00		
2	EROS-B	1440	COMPERJ - Petrobras	RJ	Infra-Estrutura Energética	Petróleo e Gás Natural	2008-01-01	49.00	CAR2-4430, (Futuro Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro - COMPERJ, Brasil)	2008-11-07
3	EROS-B	1440	COMPERJ - Petrobras	RJ	Infra-Estrutura Energética	Petróleo e Gás Natural	2008-11-01	49.00		
4	EROS-B	x01	GNL Pecém	CE	Infra-Estrutura Energética	Petróleo e Gás Natural	2008-01-01	49.00	2008-10-21 EROS-B CAR2-4380, (GNL de Pecém, Brasil)	2008-10-29
5	EROS-B	x01	GNL Pecém	CE	Infra-Estrutura Energética	Petróleo e Gás Natural	2008-11-01	49.00		
6	EROS-B	x01	GNL Pecém	CE	Infra-Estrutura Energética	Petróleo e Gás Natural	2008-12-01	49.00		

Concluído

Figura 9: Relatório de Pedido

Apesar de não ter sido implementado por meio de formulários, é possível exportar também para o formato shape utilizando o programa pgsq2shp, como citado anteriormente.

Esta abordagem de efetuar o pedido através de formulários associados ao banco de dados permite que se mantenha o registro do que foi solicitado, facilitando o acompanhamento do que é recebido.

Depois de enviadas as localizações, as empresas de imageamento devolvem via email uma série de amostras de imagem dos pedidos em JPG para decidir sobre a aquisição (ou não) das mesmas:

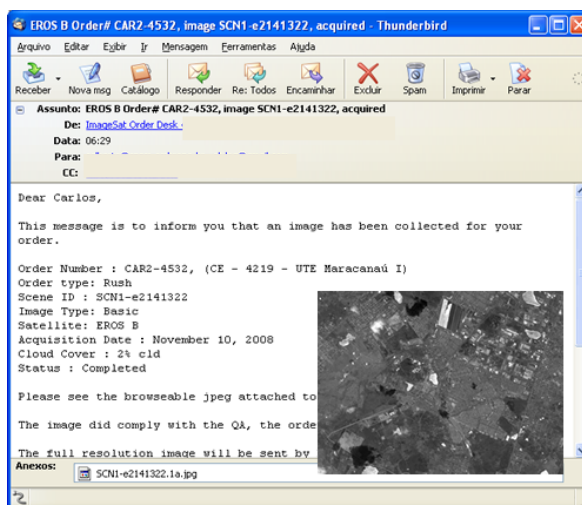


Figura 10: Email com amostra das imagens

Como essas amostras de imagem são enviadas por email, torna-se necessário que uma pessoa faça o controle de aprovação/rejeição. Isto traz alguns problemas, como concentrar a decisão de descarte em apenas uma pessoa. Ainda, a possibilidade de se criar um gargalo no processo quando o número de amostras recebidas é muito grande. Durante o ano de 2008, uma empresa de imageamento chegou a enviar uma média de 20 amostras por dia.

A alternativa é que uma pessoa receba as amostras e cadastre-as no banco de dados, associando a amostra com sua respectiva obra/pedido de imagem. Um outro formulário pode apresentar as amostras e, com isto, mais membros da equipe podem avaliá-las ao mesmo tempo, além de manter um histórico do que foi aprovado ou rejeitado.

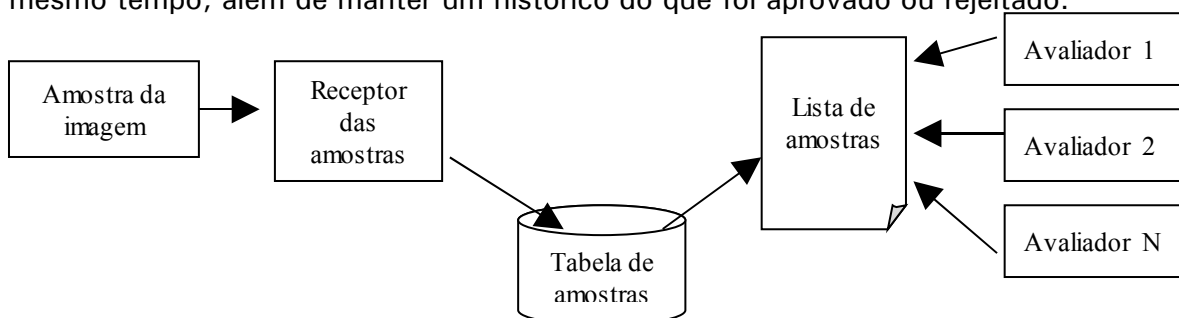


Figura 11: Diagrama de aprovação compartilhada

**Obras do PAC - Controle de Imagens**

**RELATÓRIO: Obras e Amostras de Imagens**

Codigo	Nome da Obra	UF	Eixo	Categoria	Descricao	Tipo Geométrico	Gerar KML	Amostra Cena
1	3579 Abastecimento da região metropolitana de Fortaleza/CE (Ampliação)- ETA Oeste ao Porto Pecem 161	CE	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Abastecimento da região metropolitana de Fortaleza/CE (Ampliação)- ETA Oeste ao Porto Pecem 161	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...
2	1312 Adutora Capivara 1 143	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Adutora Capivara 1 143	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...
3	1312 Adutora Capivara 2 122	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Adutora Capivara 2 122	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...
4	1312 Adutora Capivara 3 228	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Adutora Capivara 3 228	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...
5	1312 Adutora Capivara 5 277	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Adutora Capivara 5 277	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...
6	1312 Adutora Capivara 6 289	PB	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Adutora Capivara 6 289	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...
7	0 Adutora João Leite - Goiania 298	GO	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Adutora João Leite - Goiania 298	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...
8	1318 Adutora Pirapama 296	PE	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Adutora Pirapama 296	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...
9	1329 Adutora Sal Limoeiro (Proágua Nacional) - Ampliação 121	PE	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	Adutora Sal Limoeiro (Proágua Nacional) - Ampliação 121	ponto	Gerar KML...	Incluir Amostra de Cena...

Concluído

Figura 12: Cadastro das amostras de imagens

Após o processo de aprovação das amostras, é necessário gerar um relatório com aquelas que foram aprovadas e enviar para a empresa de imageamento, que por sua vez irá disponibilizar as imagens via FTP ou enviar um DVD pelo correio.

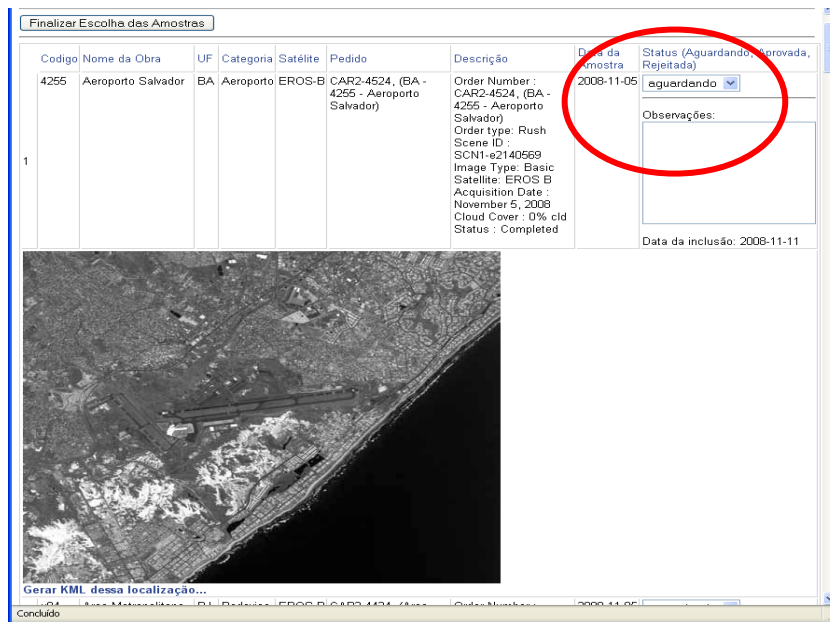


Figura 13: Aprovação das amostras

### RELATÓRIO: Obras e Amostras de imagens - Aprovação temporária

#### Aprovação temporária das Amostras:

Datas da aprovação temporária das amostras: 2008-10-28 Situação das amostras: aprovada Satélite: EROS-B Enviar

Codigo	Nome da Obra	UF	Categoria	Satélite	Pedido	Descrição	Data da Amostra	Status	Amostra de imagem
1466	Aeroporto Fortaleza	CE	Aeroporto	EROS-B	CAR2-4379, (Aeroporto de Fortaleza, Brasil)	Order Number : CAR2-4379, (Aeroporto de Fortaleza, Brasil) Order type: Rush Scene ID : MBT1-e2138282 Image Type: Basic Satellite: EROS B Acquisition Date : October 21, 2008 Cloud Cover : 0% cld Status : Completed	2008-10-21	aprovada	
1463	Aeroporto Goiânia	GO	Aeroporto	EROS-B	CAR2-4405, (Aeroporto de Goiania, Brasil)	Order Number : CAR2-4405, (Aeroporto de Goiania, Brasil) Order type: Rush Scene ID : MBT1-e2138748 Image Type: Basic Satellite: EROS B Acquisition Date : October 24, 2008 Cloud Cover : 7% cld Status : Completed	2008-10-24	aprovada	
1492	Aeroporto de São Gonçalo do Amarante	RN	Aeroporto	EROS-B	CAR2-4433, (Aeroporto São Gonçalo do	Order Number : CAR2-4433, (Aeroporto	2008-10-17	aprovada	

Figura 14: Amostras aprovadas

Ao receber as imagens, via FTP ou DVD, é necessário armazená-las inicialmente em um servidor e criar uma estrutura de diretórios que seja organizada e de fácil compreensão. Uma proposta de nome de pastas foi baseada nas informações disponíveis no banco de dados:

satellite/datadorecebimento/Estado\_NomedaObra/datadaimagem

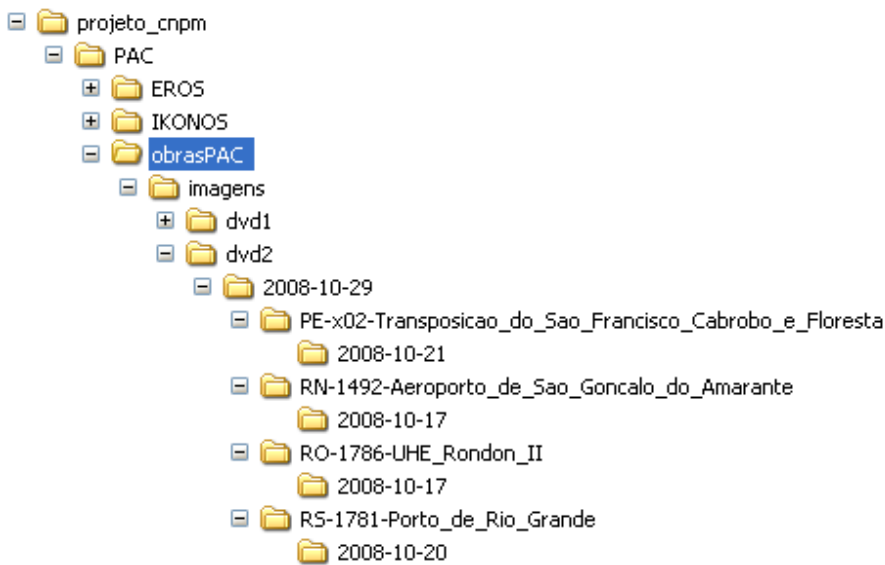


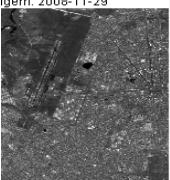
Figura 15: Estrutura de diretórios

Uma vez copiadas para o servidor, estas imagens são examinadas com os softwares de geoprocessamento Imagine Erdas (ERDAS, 2003) e ESRI ArcGIS, para verificar se as especificações estão corretas (deslocamento da posição geográfica da imagem, quantidade de nuvens etc).

Além disso, é calculada a área total de km<sup>2</sup> utilizando o software Imagine Erdas. Esta informação é fundamental, pois o pagamento para as empresas de imageamento é feito com base no valor de km<sup>2</sup> entregue. Estes valores de km<sup>2</sup> são cadastrados no formulário de amostras aprovadas para poder ser gerado o relatório de aprovação e pagamento das imagens, que é encaminhado ao setor financeiro da Embrapa Monitoramento por Satélite.

S-B - Amostras entre 2008-12-01 e 2009-01-27

amostras:  Satélite:  Data da aprovação das amostras: Início  Final

Imagem	Apelido (Usar como Nome da Pasta)	Descrição	Data do download	Posição Correta < 30 m	Nuvens cobrindo?	Km2 da Imagem	Aceite final
 Imagem: 2008-11-29 Aeroporto Boa Vista	RR-1754-Aeroporto_Boa_Vista/2008-11-29	CAR2-4508, (RR - 1754 - Aeroporto Boa Vista) Order Number: CAR2-4508, (RR - 1754 - Aeroporto Boa Vista) Order type: Rush Scene ID: MBT1-e214422e Image Type: Basic Satellite: EROS B Acquisition Date: November 29, 2008 Cloud Cover: 0% cld Status: Completed Observações: temporary	Download 2008-11-11	< 30 m ok	Nuvem ok	48.00	<input type="button" value="ok"/> <input type="button" value="cancel"/> <input type="button" value="Data do acq 2008-12-17"/> <input type="button" value="Imagem C..."/> <input type="button" value="N..."/> <input type="button" value="Observaçõ..."/>

Concluído

Figura 16: Formulário de cadastro das áreas em km<sup>2</sup> das imagens

A partir desse cadastro dos km<sup>2</sup>, gera-se o relatório de pagamento a ser enviado para o setor financeiro:

Imagem	RO	UHE	Data	Identificador	Detalhes	Preço
po_301728_rgb_0010000_ovr.jpg	1803	UHE Santo Antônio	2008-05-08	VVO 156596 - 156733 - 156861 - po_301728_0010000	catalogo Source Image ID: 200805081445488000011621736 Product Image ID: 000 Sensor: IKONOS-2 Acquired Nominal GSD Pan Cross Scan: 0.84 meters Pan Along Scan: 0.95 meters MS Cross Scan: 3.37 meters MS Along Scan: 3.45 meters Scan Azimuth: 179.99 degrees Scan Direction: Reverse Panchromatic TDI Mode: 13 Nominal Collection Azimuth: 341.7946 degrees Nominal Collection Elevation: 76.63393 degrees Sun Angle Azimuth: 39.4594 degrees Sun Angle Elevation: 56.21210 degrees Acquisition Date/Time: 2008-05-08 14:45 GMT Percent Cloud Cover: 14 Observações:	117,00
<b>TOTAL</b>						<b>488,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>						<b>586,00</b>

Figura 17: Relatório de aprovação para pagamento

### Organização das imagens de satélite

Uma vez gerado e enviado o relatório de pagamento das imagens, este grupo de imagens aprovadas e pagas é copiado para uma estrutura de diretórios do servidor de imagens, juntamente com o relatório de aprovação. Estas imagens são guardadas em sua forma original, sem tratamento, como matrizes de trabalho. Além disso, esta estrutura facilita a verificação das imagens para fins de auditoria, pois elas estão armazenadas por data em que foram aprovadas/pagas e com seu respectivo relatório de km<sup>2</sup> e valores pagos.

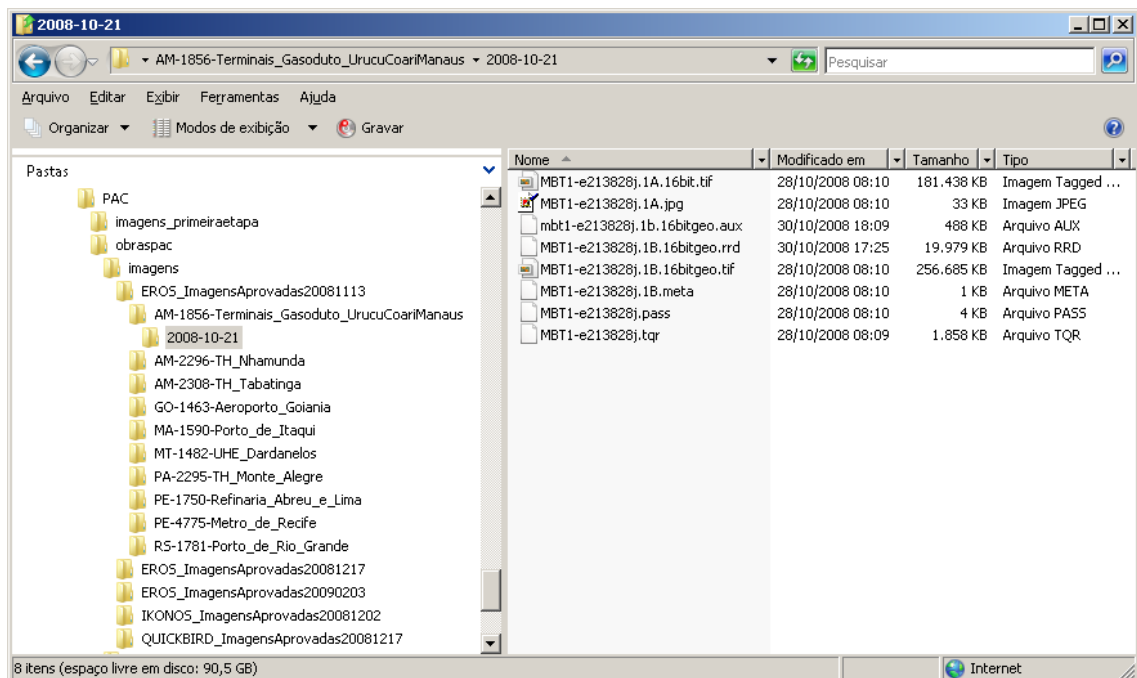


Figura 18: Estrutura de diretório das imagens aprovadas e originais

## Disponibilização das imagens em WebGIS

Com o banco de dados espacial organizando e unificando os elementos vetoriais das obras e a estrutura de diretórios armazenando e classificando as imagens de satélite, foi possível implementar uma série de scripts em PHP que conseguissem extrair dessas duas fontes as informações necessárias para gerar automaticamente o WebGIS em MapServer.

No modelo anterior de desenvolvimento de aplicações WebGIS conforme Carvalho (2006) e Carvalho et al. (2004), a geração do arquivo de configuração do WebGIS em MapServer sempre foi feita por codificação manual, associando no código da aplicação cada arquivo de imagem ou arquivo shape. Nessa nova abordagem, a seqüência de scripts PHP faz a leitura das tabelas do banco de dados espacial e vasculhar a estrutura das imagens por informações que irão gerar o arquivo de configuração do MapServer e dos templates da aplicação WebGIS.

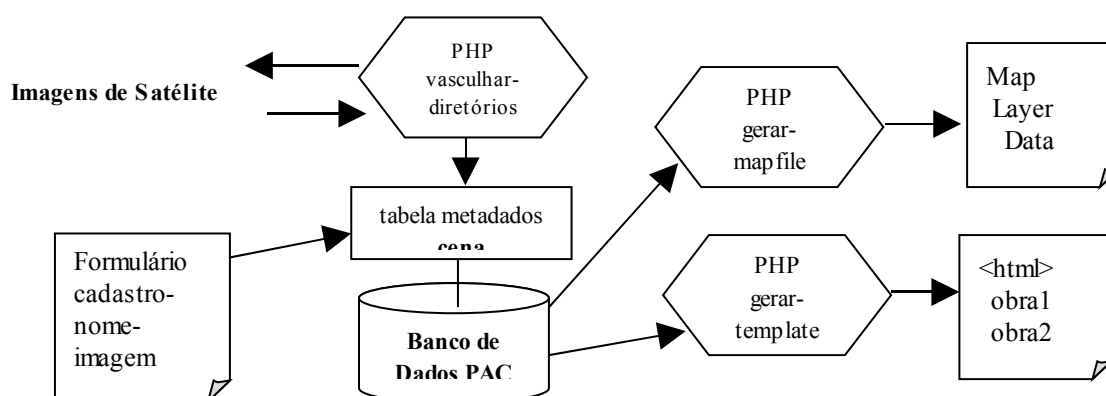


Figura 19: Geração automática do arquivo de configuração e do template

As etapas necessárias para a geração automática do arquivo de configuração e do template são apresentadas a seguir:

## Cópia das imagens para o servidor de WebGIS

Em um primeiro momento, as imagens são copiadas do servidor de imagens para o servidor de WebGIS, onde estão os scripts PHP que farão a leitura das informações da imagem e onde ficam armazenados os arquivos de configuração mapfile e de template do MapServer. O diretório a ser copiado leva o nome da obra e a data da imagem, o que servirá de referência na etapa seguinte, de cadastro do nome do arquivo.

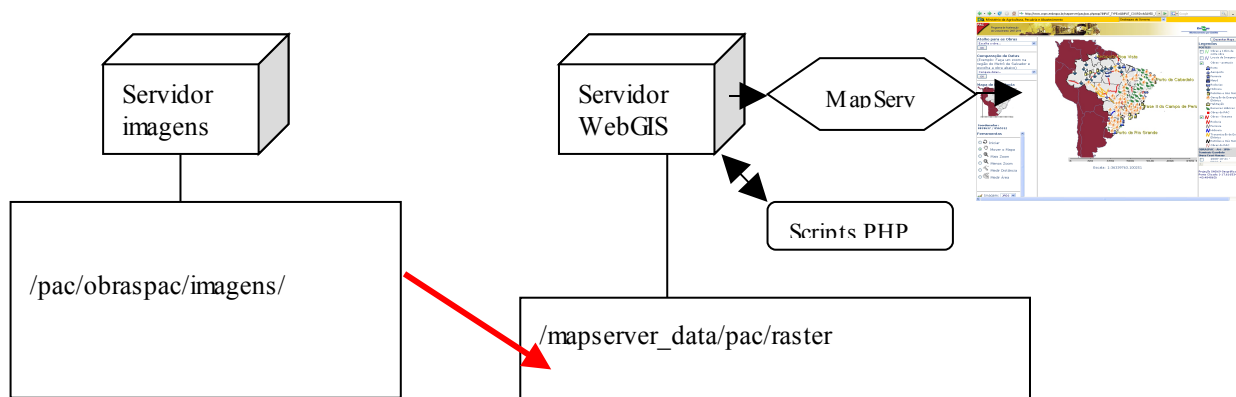


Figura 20: Cópia da imagem de satélite para o servidor de WebGIS

## Inclusão do nome de arquivo da imagem no banco de dados

Na etapa anterior, um diretório com o nome da obra foi copiado para o servidor de WebGIS. Utilizando um formulário que lista as obras cadastradas no banco de dados, é possível escolher a obra e cadastrar a sua respectiva imagem de satélite que foi copiada.

Utilizando a tabela de metadados chamada cena, é armazenado o nome do arquivo da imagem (por exemplo IMG123-3456-7890.tif). Este nome serve de chave para o passo seguinte, onde o script irá procurar na estrutura de diretórios este nome de arquivo e guardar na tabela informações adicionais, como a localização geográfica da imagem, sua projeção e tamanho estimado em km<sup>2</sup>.

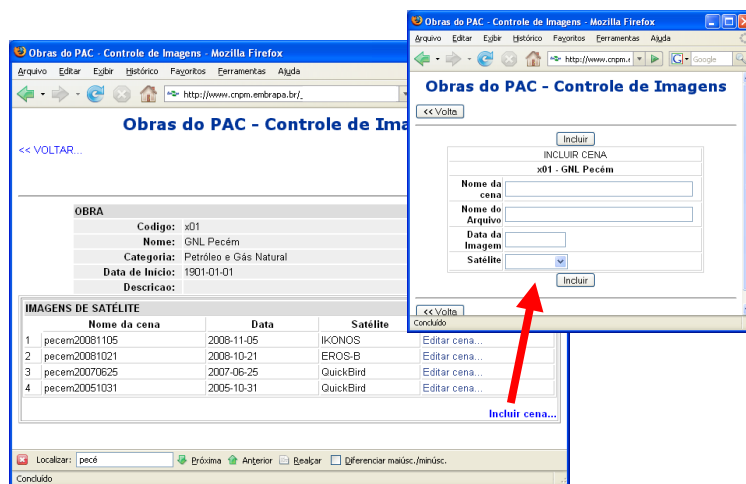


Figura 21: Inclusão do nome da cena e do nome do arquivo da imagem no banco de dados

## Execução do script para vasculhar a estrutura de diretórios

Com o registro da obra associado ao nome do arquivo de sua imagem de satélite, executa-se o script PHP para vasculhar a estrutura de diretórios pelos metadados da imagem e incorporar no banco de dados. Apesar de existirem padrões ISO para lidar com os metadados (ISO, 2008), foram utilizadas apenas algumas informações básicas da imagem para que fosse possível a geração automática do WebGIS. Fica como proposta de estudos futuros efetuar uma padronização para estes metadados.

Usando o software aberto GDALINFO (GDAL, 2008), é possível extrair da imagem de satélite a sua geometria (coordenadas geográficas e projeções) e armazenar esta informação na tabela de metadados "cena do banco de dados", o que permite fazer consultas espaciais a respeito da quantidade de imagens e localizá-las na estrutura de diretórios, gerando assim um catálogo automático de obras/imagens.

```
//trecho de código PHP
// localização do software GDALINFO
$gdal = "/usr/local/bin/gdalinfo";
//localização das imagens no servidor de WebGIS
$dir = "/export/home/mapserver_data/pac/";
...
//a função rscandir() vasculha recursivamente toda a estrutura
// de $dir procurando por arquivos que terminam em .TIF o .IMG
// e guarda o caminho completo em $arrayarquivos
$arrayarquivos = rscandir($dir);
$linharezultado="";
$j =1;
foreach ($arrayarquivos as $arq)
{
    $arraycoord = array();
    $arrayproj = array();
    $return = array();
    //executa o software GDALINFO
    exec("$gdal $arq",$return);
    //captura o tamanho do arquivo em MBytes
    $tamanhoarquivomb = filesize($arq)/(1024*1024);

    foreach( $return as $linha){
        //captura as coordenadas do retângulo envolvente
        $l = trim($linha);
        if(strpos($l,"EPSG")){
            $arrayproj[] = arrumarProj($l);
        }
        if (strpos($l,"Upper Left")){
            $arraycoord[0] = arrumarCoord($l);
            //fecha o ciclo do poligono
            $arraycoord[4] = $arraycoord[0];
        }
        if (strpos($l,"Lower Left")){
            $arraycoord[1] = arrumarCoord($l);
        }
        if (strpos($l,"Lower Right")){
            $arraycoord[2] = arrumarCoord($l);
        }
        if (strpos($l,"Upper Right")){
            $arraycoord[3] = arrumarCoord($l);
        }
    }
}
...

```

```

//pega apenas o nome do arquivo
$nomearquivo = explode("/", $arq);
//pega o último elemento do array
$nomearq = $nomearquivo[count($nomearquivo)-1];
//formatando o SQL
//pega o último elemento do array
$proj = $arrayproj[count($arrayproj)-1];
$coordenada = implode(",", $arraycoord);
//vasculha todos os arquivos, mas só faz update onde ainda
//não foi carregada a informação
$sqlupdate = "
UPDATE cena SET
    the_geom = transform(GeomFromText('MULTIPOLYGON((( $coordenada )))',
$proj), 4326),
tamanhoarquivokm2 = area(transform(GeomFromText('MULTIPOLYGON((( $coordenada )))',
$proj), 29100))/1000000,
projecao = '$proj', tamanhoarquivomb = $tamanhoarquivomb, arquivodiretorio = '$arq'
WHERE nomearquivo = '$nomearq' and projecao is null";

...
}

```

## Geração do arquivo de configuração mapfile

Como na etapa anterior o script PHP de vasculhar diretórios alimentou a tabela de metadados com as informações necessárias para o arquivo de configuração mapfile, tais como projeção, área, localização espacial e localização em diretório, pode-se gerar automaticamente este arquivo de configuração executando mais um script PHP, listado a seguir.

```

//trecho de código PHP
$sql = "SELECT obra.codigo as codigo, obra.nome as nome, obra.apelido as
apelido, obra.uf as uf, cena.datacena as datacena, cena.projecao as projecao,
cena.nomearquivo as nomearquivo, cena.nomecena as nomecena, cena.diretivas as
diretivas, satellite.nome as nomesat
FROM cena, satellite, obra
WHERE cena.idobra = obra.id AND cena.idsatelite = satellite.id
order by $get_orderby;";
$rs = $db->query($sql);
$linha = "";
$nometmp = "";
$txtdivisao = "";

while (!$rs->EOF) {
    $codigo = trim($rs->fields["codigo"]);
    $nome = trim($rs->fields["nome"]);
    $uf = trim($rs->fields["uf"]);
    $datacena = trim($rs->fields["datacena"]);
    $nomesat = trim($rs->fields["nomesat"]);
    $arquivodiretorio = trim($rs->fields["arquivodiretorio"]);
    $projecao = trim($rs->fields["projecao"]);
    $nomecena = trim($rs->fields["nomecena"]);
    $diretivas = trim($rs->fields["diretivas"]);

    if ($nometmp != $nome){
        $txtdivisao = "----- $uf - $codigo - $nome -----";
        $nometmp = $nome;
    }
    else
    {
        $txtdivisao = "";
    }
}

```

```

}
if ($nomesat == 'EROS-B'){
    $offsite = "#OFFSITE 0 0 0";
}
else
{
    $offsite = "OFFSITE 0 0 0";
}
$j++;

    $linha .= "$txtdivisao
#-- layer $j --
LAYER
    METADATA
        \"title\"      \"$datacena - $nomesat\"
    END
    GROUP \"OBRASPAC - $uf - $codigo - $nome\"
    NAME \"$nomecena\"
    STATUS on
    $diretivas
    DATA \"$arquivodiretorio\"
    TYPE RASTER
    $offsite
    PROJECTION
        \"init=epsg:$projecao\"
    END
END
#
";

    $rs->MoveNext();
}
...

```

```

#----- TO - 1509 - UHE Estreito -----
#-- layer 1 --
LAYER
    METADATA
        "title"      "2005-07-14 - QuickBird"
    END
    GROUP "OBRASPAC - TO - 1509 - UHE Estreito"
    NAME "estreito20050714"
    STATUS on

    DATA "/export/home/mapserver_data/pac/raster/TO-1509-UHE_Estreito/2005-07-
14/05jul14134327-s2as-005770819130_01_p001_contraste.img"
    TYPE RASTER
    #OFFSITE 0 0 0
    PROJECTION
        "init=epsg:32723"
    END
END
#
#----- SP - 1467 - Aeroporto de Guarulhos -----
#-- layer 2 --
LAYER
    METADATA
        "title"      "2008-05-11 - EROS-B"
    END
    GROUP "OBRASPAC - SP - 1467 - Aeroporto de Guarulhos"
    NAME "guarulhos_20080511"
    STATUS on
    DATA "/export/home/mapserver_data/pac/raster/SP-1467-Aeroporto_de_Guarulhos/2008-
05-11/MBT1-e2112758.1B.16bitgeo.tif"
    ...

```

Figura 22: Resultado do script que gera o arquivo MAPFILE

## Geração do arquivo de *template*

Nessa etapa, são geradas automaticamente duas ferramentas utilizadas no WebGIS. A localização de obras e a comparação de obras. A primeira é uma caixa de combinação (combobox) que lista as obras e permite executar um *zoom* diretamente sobre a obra.

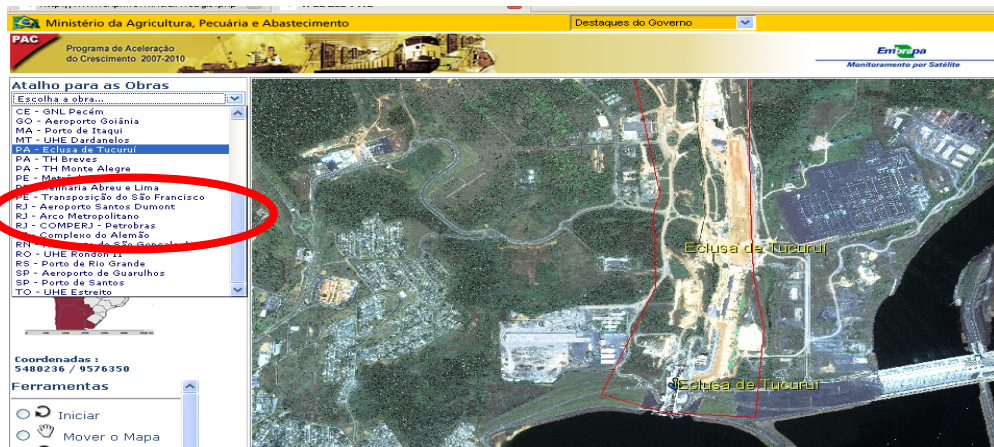


Figura 23: Ferramenta de localização da obra (Eclusa de Tucuruí)

A segunda ferramenta permite abrir uma janela onde são colocadas lado a lado as imagens disponíveis para uma dada obra, mostrando as datas de imagens.

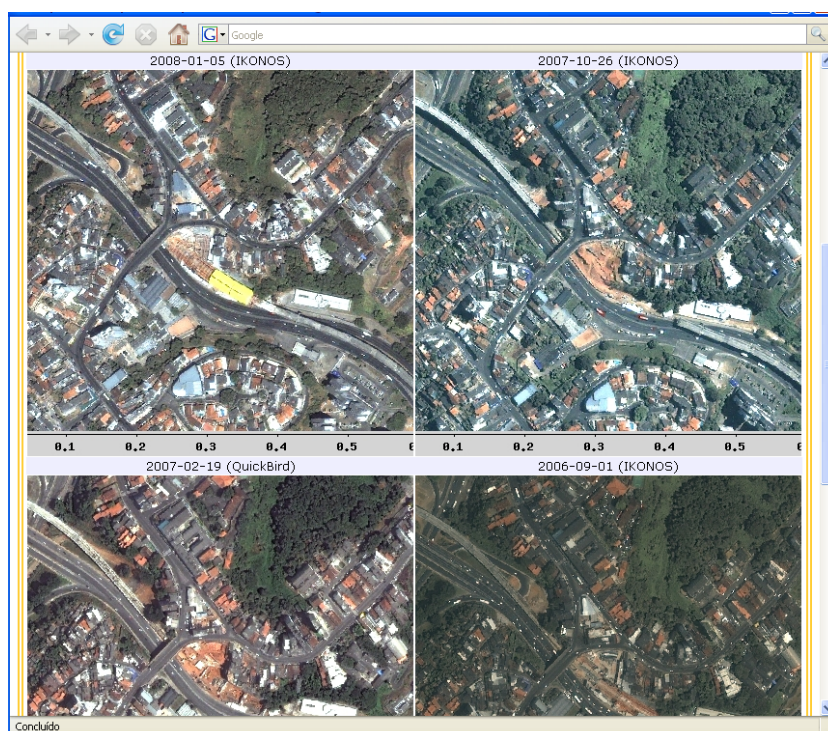


Figura 24: Ferramenta de comparação de imagens (Metrô de Salvador)

Baseado na tabela de metadados, o script PHP consegue determinar as localizações geográficas das imagens (variável \$extent do código abaixo) e com isto montar a ferramenta de *zoom*:

```
//trecho de código PHP
$sql = "
select a.*, b.*
from (SELECT max(obra.id) as id, max(obra.uf) as uf, max(obra.codigo) as codigo,
max(obra.nome) as nome,
astext(envelope(geomunion(transform(cena.the_geom,29100)))) as extent
FROM cena, obra
WHERE cena.idobra = obra.id
GROUP BY obra.uf, obra.nome
order by uf, nome) as a,
(select DISTINCT ON (idobra) idobra, nomecena, datacena from cena order by idobra,
datacena desc ) as b

where a.id = b.idobra
order by uf, nome
;";
$rs = $db->query($sql);
while (!$rs->EOF) {
    $id          = $rs->fields["id"];
    $codigo      = $rs->fields["codigo"];
    $uf          = $rs->fields["uf"];
    $nome        = substr($rs->fields["nome"],0,30) ;
    $datacena    = $rs->fields["datacena"];
    $nomecena    = $rs->fields["nomecena"];
    $extent      = $rs->fields["extent"];
    //corrige para o formato extent do mapfile
    $arraygeometria = transformarThegeom2Array("POLIGONO",$extent);
    $sext = str_replace(" ","+", $arraygeometria[0]) . "+" . str_replace(" ","+",
$arraygeometria[2]);
    $j++;
    //gera a linha de localização
    $linha .= "<option value=\"imgext=$sext&layers=$nomecena+obrapostgis\"&gt;$uf -
$nome</option>& \n";

    //gera a linha de comparação
    $linha2 .= "<option value=\"obra=$id\"&gt;$uf - $nome</option>& \n";
    $rs->MoveNext();
}
...
COMBO LOCALIZAÇÃO
<option
value="imgext=3216966.75+9492360+3224839.75+9499959&layers=thbenjamin20081029+obra
postgis">AM - TH Benjamin Constant</option>
<option
value="imgext=3981595.25+9538711+3988649.5+9545940&layers=thcoari20081021+obrapost
gis">AM - TH Coari</option>
<option
value="imgext=3651520.5+9711798+3659146.75+9719336&layers=amthfonteboa20081203+obr
apostgis">AM - TH Fonte Boa</option>
<option
value="imgext=4260397.5+9628372+4268305+9636481&layers=thmanacapuru20081026+obrapo
stgis">AM - TH Manacapuru</option>
...

COMBO COMPARAÇÃO
<option value="obra=79">AM - TH Benjamin Constant</option>
<option value="obra=61">AM - TH Coari</option>
<option value="obra=80">AM - TH Fonte Boa</option>
<option value="obra=67">AM - TH Manacapuru</option>
...
```

Figura 25: Resultado do script de geração de ferramenta de localização e comparação

## Relatórios Diversos

Como as informações espaciais e textuais das obras estão todas relacionadas e interconectadas pela estrutura do banco de dados espacial, é possível gerar uma série de relatórios consolidados

### Obras do PAC - Controle de Imagens

#### RELATÓRIO: Números das Obras

##### Obras por Eixo e Categoria

	Eixo	Categoria	Número de Obras
1	Infra-Estrutura Energética	Geração de Energia Elétrica	83
2	Infra-Estrutura Energética	Petróleo e Gás Natural	42
3	Infra-Estrutura Energética	Transmissão de Energia Elétrica	86
4	Infra-Estrutura Logística	Aeroporto	28
5	Infra-Estrutura Logística	Ferrovia	421
6	Infra-Estrutura Logística	Hidrovia	27
7	Infra-Estrutura Logística	Porto	19
8	Infra-Estrutura Logística	Recursos Hídricos	1
9	Infra-Estrutura Logística	Rodovias	241
10	Infra-Estrutura Social e Urbana	Habitação	1
11	Infra-Estrutura Social e Urbana	Metrô	5
12	Infra-Estrutura Social e Urbana	Recursos Hídricos	169
<b>TOTAL DE OBRAS</b>			<b>1123</b>

Figura 26: Relatório de obras por eixo e categoria

### Obras do PAC - Controle de Imagens

#### RELATÓRIO: Número de imagens por Obras e Satélites

	Nome da Obra	Satélite	Número de imagens	Área total em km2	Tamanho em Mbytes
1	Aeroporto Fortaleza	EROS-B	1	48	259
2	Aeroporto Goiânia	EROS-B	1	54	305
3	Aeroporto de Guarulhos	EROS-B	1	50	499
4	Aeroporto de São Gonçalo do Amarante	EROS-B	1	47	251
5	Arco Metropolitano	EROS-B	5	677	570
6	COMPERJ - Petrobras	EROS-B	1	52	290
7	Complexo do Alemão	EROS-B	1	51	266
8	Eclusa de Tucuruí	EROS-B	4	199	527
9	GNL Pecém	EROS-B	1	47	259
10	Metrô de Recife	EROS-B	3	145	797
11	Metrô de Salvador	EROS-B	2	309	369
12	Porto de Itaquí	EROS-B	1	47	254
13	Porto de Rio Grande	EROS-B	4	642	1.639
14	Refinaria Abreu e Lima	EROS-B	2	293	305
15	TH Benjamin Constant	EROS-B	1	53	293
16	TH Breves	EROS-B	1	63	341
17	TH Coari	EROS-B	1	49	261
18	TH Manacapuru	EROS-B	1	54	332
19	TH Monte Alegre	EROS-B	1	47	255
20	TH Nhamundá	EROS-B	1	54	293
21	TH Tabatinga	EROS-B	1	53	292
22	TH Urucurituba	EROS-B	1	48	262
23	Terminais Gasoduto Urucu-Coari-Manaus	EROS-B	1	47	251

Concluído

Figura 27: Relatório de número de imagens por obras

### Obras passíveis de monitoramento

<b>Monitoramento</b>	<b>Número de Obras</b>
Não é passível de monitoramento (Linhas extensas, obras sem localização definida)	762
Obra passível de monitoramento (Pontual, polígono ou trecho de linha)	361
<b>TOTAL DE OBRAS</b>	<b>1123</b>

Figura 28: Relatório de obras passíveis de monitoramento

## 8 - Discussão e Conclusões

Devido à grande quantidade de arquivos de imagem de satélite de alta resolução espacial para organizar e gerenciar, a necessidade de aprovar ou rejeitar as imagens conforme parâmetros de cobertura de nuvem e deslocamento, confirmando a precisão da localização das obras, torna-se impraticável o controle manual, descentralizado e em multiformato. Este modelo torna-se rapidamente propenso a erros conforme o número de imagens orbitais e de obras vai aumentando. A dificuldade de gerar relatórios de controle cresce enormemente. A construção de uma base centralizada mostrou que a gestão do controle de pedidos ficou mais organizada e permite uma série de relatórios que consolidam informações gerais, como quantidade de obras, quantidade de pedidos, andamento de recebimentos etc.

A criação de uma estrutura de diretórios baseada em nome de obras e em datas gerou uma forma de catálogo simples e de fácil compreensão para as imagens de satélite. Associando esta estrutura com o banco de dados e scripts de leitura da estrutura, também foi possível uma forma de gerar relatórios de quantidade de imagens disponibilizadas por obra.

Esta organização em uma base única ainda oferece facilidades na disponibilização das imagens em um WebGIS, pois permite a geração automática de comandos para o arquivo de configuração da aplicação, facilitando a manutenção do código de programação.

Este modelo foi utilizado para o controle do recebimento das imagens durante o ano de 2008. No início de 2009, mais especialistas em geoprocessamento foram agregados à equipe do projeto, o que proporciona a possibilidade de melhorias e modificações neste modelo.

Com propostas para melhorias e estudos futuros, ficam as questões sobre metadados. Nesse sistema, a leitura das informações contidas nas imagens não seguiu os padrões de metadados propostos pela ISO 19115. Um campo de estudo futuro seria padronizar as informações da imagem que são incorporadas no banco de dados.

Existe uma redundância de imagens entre o servidor de imagens e o servidor de WebGIS, que precisam ser copiadas de um servidor para o outro devido à estrutura do servidor de WebGIS, no qual não foi implementado a distribuição de mapas via WMS (OGC, 2008). Porém, utilizando a técnica apresentada de geração automática do arquivo de configuração mapfile, fica a proposta de construir uma versão WMS Server/WMS Client desse arquivo, como descrita em (MAPSERVER, 2008).

Um outro tema de importância relevante está na implementação de um SIG local com a base de dados e as imagens de satélite, para a parte de processamento das imagens, contrastes e ajustes, e ainda a impressão de mapas e análises qualitativas e quantitativas das imagens de satélite.

## 9 - Referências Bibliográficas

CARVALHO, C. A. **Uso de banco de dados para análise espacial no Sistema de Gestão Territorial da Defesa Agropecuária**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2008. 25p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 68). Disponível em: <[http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/d68\\_analisespacialaftosa.pdf](http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/d68_analisespacialaftosa.pdf)> . Acesso em: 05 jul. 2008.

CARVALHO, C. A.; PIEROZZI JÚNIOR, I.; OSHIRO, O. T.; ALENCAR, M. de C. F. **WebGis na Embrapa Monitoramento por Satélite: integração da arquitetura e tecnologia da informação para disseminação de geoinformação na Internet**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. 26p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 36). Disponível em: <[http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/doc36\\_webgis04.pdf](http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/doc36_webgis04.pdf)> . Acesso em: 05 jul. 2008.

CHINERY, P.; HEINDÖRFER, F. **PDFCreator**. Disponível em: <<http://sourceforge.net/projects/pdfcreator/>> . Acesso em 05 jul. 2008.

COUTINHO, A. C.; MIRANDA, E. E. de; CARVALHO, C. A. de; OSHIRO, O. T.; PIEROZZI JR., I.; FOGLIARINI, T. **Sistema de Gestão Territorial da Faixa de Fronteira para a Defesa Agropecuária**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006. 38 p. (Documentos, 59). Disponível em: <[http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/doc59\\_webgis04.pdf](http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/doc59_webgis04.pdf)> . Acesso em: 05 jul. 2008.

D'ALGE, J. C. L. **Cartografia para Geoprocessamento**. 32p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap6-cartografia.pdf>> . Acesso em: 02 mar. 2008.

EMBRAPA. Secretária-Executiva do PAC Embrapa. **PAC Embrapa: fortalecimento a pesquisa agropecuária nacional**. Disponível em: <[http://www.embrapa.gov.br/programas\\_e\\_projetos/pac-embrapa/](http://www.embrapa.gov.br/programas_e_projetos/pac-embrapa/)> . Acesso em: 12 out. 2008.

ERDAS. **Erdas Imagine: Leica Geosystems**. Disponível em: <<http://www.erdas.com/>> . Acesso em: 10 jul. 2003.

ESRI. Environmental Systems Research Institute, Inc. **ESRI Shapefile Technical Description: an ESRI white paper—July 1998**. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>> . Acesso em: 10 dez. 2002.

ESRI. Environmental Systems Research Institute, Inc. **ArcGIS, Environmental Systems Research Institute**. Disponível em: <<http://www.esri.com/>> . Acesso em: 10 jul. 2003.

GDAL. **Geospatial Data Abstraction Library**. Disponível em: <<http://www.gdal.org/>>. Acesso em: 10 abr. 2008.

GOOGLE. **KML Documentation Introduction**. Disponível em: <<http://code.google.com/intl/pt-BR/apis/kml/documentation/>>. Acesso em 10 abr. 2008.

GOOGLE EARTH. **Guia do usuário do Google Earth**. Disponível em: <[http://earth.google.com/userguide/v4/ug\\_importdata.html](http://earth.google.com/userguide/v4/ug_importdata.html)>. Acesso em 10 abr. 2008.

ISO. **ISO 19115:2003 Geographic information – metadata**. Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=26020>>. Acesso em: 20 out. 2008.

LIMA, A. G. A. **Padrão SQL e sua evolução**. Disponível em: <<http://www.ic.unicamp.br/~geovane/mo410-091/Ch05-PadraoSQL-art.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2008.

MACCARIO, C. G. N.; BALDO, S. N. **O Modelo Relacional**. Disponível em: <<http://www.ic.unicamp.br/~geovane/mo410-091/Ch03-RM-Resumo.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

MCCAWLEY III, Jr. R. **Pgdesigner**. Disponível em: <<http://www.hardgeus.com/projects/pgdesigner/>>. Acesso em: 10 nov. 2008.

MAPSERVER. **OGC Support and Configuration**. <<http://mapserver.org/ogc/index.html>>. Acesso em: 05 dez. 2008.

OGC. Open Geospatial Consortium. **Web Map Service**. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>>. Acesso em: 05 dez. 2008.

PHP. The PHP Group. **PHP: Hypertext Preprocessor**. Disponível em: <<http://www.php.net/>>. Acesso em: 17 jun. 2003.

PAC. **Programa de Aceleração do Crescimento**. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br>>. Acesso em: 12 out. 2008.

RAMSEY, P. **PostGIS manual**. Disponível em: <<http://postgis.refractory.net/documentation>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

## Anexos

Nos anexos está disponível uma série de comandos em SQL que servem de apoio à gestão da base de dados. Eles são utilizados pela interface de comando SQL do banco de dados PostgreSQL.

### ***Estrutura SQL do banco de dados espacial de obras***

```
CREATE TABLE obra (
    id integer NOT NULL,
    codigo character(50),
    nome character varying(200),
    categoria character varying(200),
    descricao text,
    datainicio date,
    prioridade character(50),
    solicitante character varying(200),
    datainclusaoobra date,
    uf character(2),
    precisaolocalizacao character(20),
    observacoes text,
    subcategoria character(200),
    eixo character(200),
    pedido boolean DEFAULT true,
    apelido character varying(200)
);

CREATE TABLE localizacao (
    id integer NOT NULL,
    correta character(10),
    datainclusao date,
    possuicena character(10),
    versao character(20),
    idobra bigint
);

CREATE TABLE localizacaooponto (
    id integer NOT NULL,
    idlocalizacao bigint,
    descricao text,
    the_geom geometry,
    CONSTRAINT enforce_dims_the_geom CHECK ((ndims(the_geom) = 2)),
    CONSTRAINT enforce_srid_the_geom CHECK ((srid(the_geom) = 4326))
);

CREATE TABLE localizacaolinha (
    id integer NOT NULL,
    idlocalizacao bigint,
    descricao text,
    the_geom geometry,
    CONSTRAINT enforce_dims_the_geom CHECK ((ndims(the_geom) = 2)),
    CONSTRAINT enforce_srid_the_geom CHECK ((srid(the_geom) = 4326))
);

CREATE TABLE localizacaoopoligono (
    id integer NOT NULL,
    idlocalizacao bigint,
    descricao text,
    the_geom geometry,
    CONSTRAINT enforce_dims_the_geom CHECK ((ndims(the_geom) = 2)),
    CONSTRAINT enforce_srid_the_geom CHECK ((srid(the_geom) = 4326))
);
```

```
);
```

```
CREATE TABLE cena (  
  id integer NOT NULL,  
  idobra bigint,  
  idsatelite bigint,  
  nomecena character varying(200),  
  nomearquivo character varying(200),  
  tamanhoarquivomb numeric(10,2),  
  tamanhoarquivokm2 numeric(10,2),  
  datacena date,  
  the_geom geometry,  
  datainclusao date,  
  projecao character varying(10),  
  diretivas text,  
  catalogo character(1),  
  idamostra bigint,  
  arquivodiretorio text,  
  CONSTRAINT enforce_dims_the_geom CHECK ((ndims(the_geom) = 2)),  
  CONSTRAINT enforce_srid_the_geom CHECK ((srid(the_geom) = 4326))  
);
```

```
CREATE TABLE cenaamostra (  
  id integer NOT NULL,  
  idobra bigint,  
  pedido character varying,  
  descricao text,  
  idsatelite bigint,  
  arquivo character varying,  
  aprovada character varying,  
  datainclusao timestamp without time zone,  
  dataaprovacao timestamp without time zone,  
  observacoes text,  
  dataamostra date,  
  datarecebimento date,  
  idrequisicao bigint,  
  datadownload date,  
  posicao correta character(20),  
  nuvem character(20),  
  areakm2 numeric(10,2),  
  aceite character(20),  
  dataaceite date,  
  observacoes aceite text,  
  catalogo character(20)  
);
```

```
CREATE TABLE cenarequisicao (  
  id integer NOT NULL,  
  idobra bigint,  
  datarequisicao date,  
  idsatelite bigint,  
  datacena date,  
  observacoes text,  
  datarecebimento date,  
  recebeu character(10),  
  areacena numeric(10,2) DEFAULT 0,  
  nomeoriginalarquivo character varying(200)  
);
```

```
CREATE TABLE satelite (  
  id integer NOT NULL,  
  nome character varying(200),  
  empresa character varying(200),  
  contato character varying(200),  
  observacoes text  
);
```

## Visões SQL para exportação no formato shape

Estas visões procuram os pedidos de imagens do satélite EROS (cenarequisicao.idsatelite = (1)::bigint) na data de 16/10/2008 (cenarequisicao.datarequisicao = '2008-10-16'::date)

```
CREATE VIEW "exportarPedidoSatelitePoligono" AS
SELECT  max((satelite.nome)::text) AS satelite, max(obra.id) AS id,
max((obra.codigo)::text) AS codigo, max((obra.nome)::text) AS nome,
max((obra.uf)::text) AS uf, max((obra.eixo)::text) AS eixo,
max((obra.categoria)::text) AS categoria, max(obra.descricao) AS descricao,
max(obra.observacoes) AS observacao, max(cenarequisicao.datarequisicao) AS
datarequisicao, geometryfromtext(max(astext(localizacaopoligono.the_geom)), 4326)
AS the_geom FROM obra, localizacao, cenarequisicao, satelite, localizacaopoligono
WHERE (((((obra.id = localizacao.idobra) AND (obra.id = cenarequisicao.idobra))
AND (satelite.id = cenarequisicao.idsatelite)) AND
(localizacaopoligono.idlocalizacao = localizacao.id)) AND
(cenarequisicao.datarequisicao = '2008-10-16'::date)) AND
(cenarequisicao.idsatelite = (1)::bigint)) GROUP BY satelite.nome, obra.eixo,
obra.nome, localizacaopoligono.the_geom ORDER BY satelite.nome, obra.eixo,
obra.nome;
```

```
CREATE VIEW "exportarPedidoSatelitePonto" AS
SELECT  max((satelite.nome)::text) AS satelite, max(obra.id) AS id,
max((obra.codigo)::text) AS codigo, max((obra.nome)::text) AS nome,
max((obra.uf)::text) AS uf, max((obra.eixo)::text) AS eixo,
max((obra.categoria)::text) AS categoria, max(obra.descricao) AS descricao,
max(obra.observacoes) AS observacao, max(cenarequisicao.datarequisicao) AS
datarequisicao, geometryfromtext(max(astext(localizacaoponto.the_geom)), 4326) AS
the_geom FROM obra, localizacao, cenarequisicao, satelite, localizacaoponto WHERE
((((((obra.id = localizacao.idobra) AND (obra.id = cenarequisicao.idobra)) AND
(satelite.id = cenarequisicao.idsatelite)) AND (localizacaoponto.idlocalizacao =
localizacao.id)) AND (cenarequisicao.datarequisicao = '2008-10-16'::date)) AND
(cenarequisicao.idsatelite = (1)::bigint)) GROUP BY satelite.nome, obra.eixo,
obra.nome, localizacaoponto.the_geom ORDER BY satelite.nome, obra.eixo, obra.nome;
```

Utilizando o aplicativo *pgsql2shp* pode-se gerar os pedidos no formato shape:

```
pgsql2shp -u post pac exportarPedidoSatelitePonto -f
exportarPedidoSatelitePonto.shp
```

```
pgsql2shp -u post pac exportarPedidoSatelitePoligono -f
exportarPedidoSatelitePoligono.shp
```

Estas visões exportam todos os pedidos do satélite EROS:

```
CREATE VIEW "exportarTodosPedidosEROSPoligono" AS
SELECT  max((satelite.nome)::text) AS satelite, max(obra.id) AS id,
max((obra.codigo)::text) AS codigo, max((obra.nome)::text) AS nome,
max((obra.uf)::text) AS uf, max((obra.eixo)::text) AS eixo,
max((obra.categoria)::text) AS categoria, max(obra.descricao) AS descricao,
max(obra.observacoes) AS observacao, max(cenarequisicao.datarequisicao) AS
datarequisicao, geometryfromtext(max(astext(localizacaopoligono.the_geom)), 4326)
AS the_geom FROM obra, localizacao, cenarequisicao, satelite, localizacaopoligono
WHERE (((((obra.id = localizacao.idobra) AND (obra.id = cenarequisicao.idobra)) AND
(satelite.id = cenarequisicao.idsatelite)) AND (localizacaopoligono.idlocalizacao =
localizacao.id)) AND (cenarequisicao.idsatelite = (1)::bigint)) GROUP BY
satelite.nome, obra.eixo, obra.nome, localizacaopoligono.the_geom ORDER BY
satelite.nome, obra.eixo, obra.nome;
```

```

CREATE VIEW "exportarTodosPedidosEROSPontos" AS
SELECT  max((satelite.nome)::text) AS satellite,  max(obra.id) AS id,
max((obra.codigo)::text) AS codigo,  max((obra.nome)::text) AS nome,
max((obra.uf)::text) AS uf,  max((obra.eixo)::text) AS eixo,
max((obra.categoria)::text) AS categoria,  max(obra.descricao) AS descricao,
max(obra.observacoes) AS observacao,  max(cenarequisicao.datarequisicao) AS
datarequisicao,  geometryfromtext(max(astext(localizacaooponto.the_geom)), 4326) AS
the_geom FROM obra, localizacao, cenarequisicao, satelite, localizacaooponto WHERE
((((obra.id = localizacao.idobra) AND (obra.id = cenarequisicao.idobra)) AND
(satelite.id = cenarequisicao.idsatelite)) AND (localizacaooponto.idlocalizacao =
localizacao.id) AND (cenarequisicao.idsatelite = (1)::bigint)) GROUP BY
satelite.nome, obra.eixo, obra.nome, localizacaooponto.the_geom ORDER BY
satelite.nome, obra.eixo, obra.nome;

```



---

## ***Monitoramento por Satélite***

***Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***  
*Av. Soldado Passarinho 303 Fazenda Chapadão*  
*13070 115 Campinas SP*  
*Telefone (19) 3211 6200 Fax (19) 3211 6222*  
*[www.cnpm.embrapa.br](http://www.cnpm.embrapa.br) [sac@cnpm.embrapa.br](mailto:sac@cnpm.embrapa.br)*