

Uma arquitetura híbrida para aplicações geográficas em dispositivos móveis

Claudio Henrique Bogossian

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
claudio.bogossian@gmail.com

Resumo: Nos dias de hoje com a tecnologia atual a coleta de informações em campo não precisam mais ser feitas utilizando meios tão manuais devido a evolução de nossos dispositivos móveis que permitem o uso de aplicativos que reúnem funções como câmera, GPS, visualização de dados e preenchimento de informações em forma de formulários. Isso permite a visualização e o levantamento dos dados em campo usando apenas um dispositivo, mas ainda existe uma carência por parte dos aplicativos para trabalhar de uma maneira off-line por isso esse trabalho propõem uma análise de um padrão OGC para armazenamento de dados em dispositivos móveis de maneira a não necessitar de acesso a redes de dados em campo.

1. Introdução

Na área de geoprocessamento existem várias aplicações para levantamento de desmatamento e de uso da terra a partir de imagens de sensoriamento remoto como LANDSAT e MODIS permitindo a geração de dados para os projetos PRODES, DETER, TerraClass, entre outros. Geralmente esses processos exigem um processo de validação dos objetos geográficos demarcados, pois a mesma imagem e localização pode ter interpretações diferentes para pessoas distintas. Para resolver esse tipo de problema de validação a melhor maneira é fazer visitas de campos e levantar dados em *loco*, incluindo mídias digitais e localização usando diversos equipamentos para tal.

O uso de equipamentos em campo cria uma nova necessidade que é o uso de um dispositivo integrado com os recursos de Câmera, GPS e tela para preenchimento digital de conteúdo, pois o uso de vários equipamentos encarece e dificulta o processo de levantamento de dados em campo pois exige um levantamento e pós-processamento desses dados para a integração dos mesmos. O mercado de dispositivos móveis está em alta, existem muitas alternativas de dispositivos móveis com sistemas operacionais diferentes que permitem o uso desses recursos, além disso existem muitos aplicativos que já atendem a necessidade de levantar esses tipos de informações geográficas com os recursos citados acima. No INPE já existe uma Spatial Data Infrastructure (SDI) que contém o dados dos projetos PRODES, DETER, TerraClass, entre outros, que qualquer aplicativo móvel que consuma serviço OGC – Web Map Service (WMS, 2014) pode acessar os dados citados e visualizá-los.

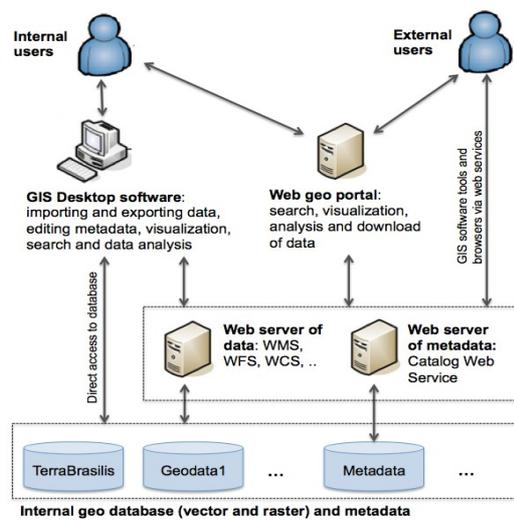


Figura 1: Spatial Data Infrastructure Fonte: SDI Spec – INPE-BOEING

O cenário brasileiro das telecomunicações acaba criando uma nova necessidade que é o uso desses aplicativos de uma maneira desconectada de qualquer rede ou servidor de armazenamento de dados, fazendo com que o aplicativo tenha que guardar o dados localmente no dispositivo e sincronizando com o servidor ao estar em contato com alguma rede que tenha acesso ao servidor de armazenamento. Isso não inclui somente o dados que são adicionados, modificados ou apagados e sim também a visualização em forma geográfica ou tabular dos dados do local que está sendo feito o levantamento, na qual geralmente não são dados pequenos por se tratar de dados vetoriais e matriciais. Portanto isso exige uma pré geração de um conjunto de dados que o validador de campo irá necessitar em sua visita, na qual deverá ser sincronizado na volta para a base dados originário. Existem aplicativos para gerar *tiles* que nada mais são que retalhos de imagens geralmente quadradas com vários níveis de escala, com o desenho de geometrias e imagens para serem visualizados em dispositivos móveis de maneira *off-line*, além disso existem ainda suítes completas para levantamento de dados de formulários dinâmicos com recursos de fotos e posicionamento e com todo o mecanismo para sincronização desses dados *on-line* e *off-line*. Apesar dessas tecnologias já existentes, não existe nada integrado para resolver esse tipo de problema incluindo mapa para navegação, ferramenta de informações e ainda usando um padrão de armazenamento, cada um tem sua própria maneira de armazenar esses dados. No inicio do ano de 2014 a *OGC Open Geospatial Consortium* lançou um novo padrão *OGC – GeoPackage* para armazenamento de dados em formato de arquivo que permite o uso em dispositivos móveis (GeoPackage, 2014).

1.1. Objetivo

Desenvolver um arquitetura para aplicações geográficas em dispositivos móveis capaz de acessar, visualizar e processar dados geográficos de modo on-line/off-line que permita a utilização da ferramenta TerraView 5 (TerraLib 5, 2014) para exportação de um conjunto de dados geoespaciais provenientes da Spatial Data Infraestructure (SDI) onde estão armazenados os dados do PRODES, DETER e TerraClass para trabalho em campo sem cobertura de sinal de internet ou qualquer rede, para visualização, modificação e validação desses dados e ainda permitir a volta desses dados atualizados para as bases de dados da SDI.

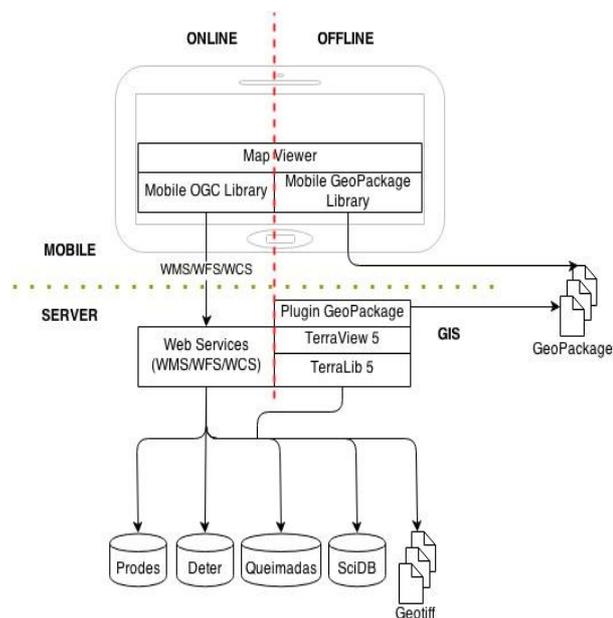


Figura 2: Arquitetura da Solução

1.2. Objetivo da Disciplina

Desenvolver a parte off-line da arquitetura que consiste em testar e avaliar o novo padrão de armazenamento de dados geoespaciais *OGC GeoPackage* no sentido de desempenho e tamanho do pacote com relação a outras tecnologias de armazenamento de dados geoespaciais, podendo assim validar a viabilidade de uso do padrão na arquitetura proposta.

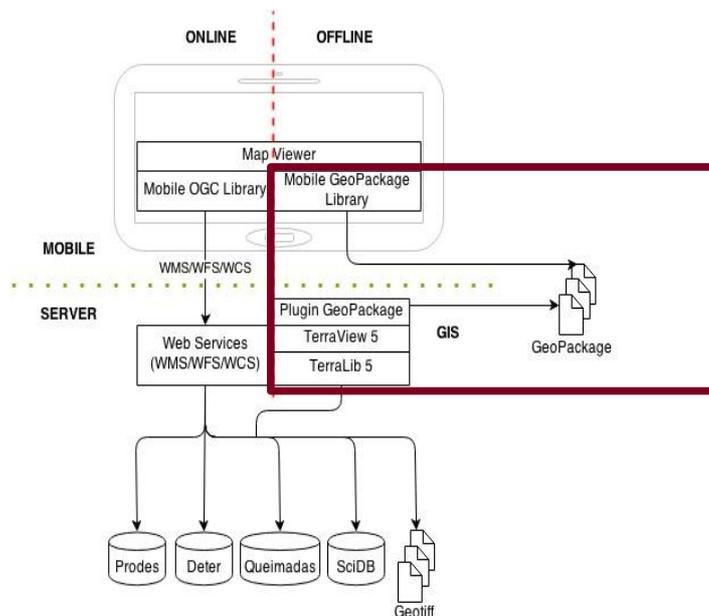


Figura 3: Arquitetura da Solução, escopo do trabalho

1.3. Padrão OGC GeoPackage

Em fevereiro de 2014 a *OGC Open Geospatial Consortium* definiu o novo padrão de armazenamento de dados para interoperabilidade de dados geoespaciais na qual armazena as geometrias no padrão *OGC SFS Simple Feature Specification (SFS, 2014)* que é usado pelos maiores bancos de dados com extensões espaciais do mercado. O padrão é baseado no SQLite (SQLite, 2014) que nada mais é que um banco de dados que suporta linguagem SQL em formato de arquivo sem a necessidade de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados SGBD.

O GeoPackage ainda permite o armazenamento de tiles de imagens no formato de piramide permitindo a visualização de dados geográficos em forma de imagens em várias escalas. Para um dispositivo carente de recursos de processamento e renderização gráfica, isso é essencial, pois o tempo de desenho de geometrias complexas em um dispositivo com baixos níveis de recurso seria imensa, impedindo o uso do aplicativo em sua forma de visualização geográfica.

Os sistemas operacionais dos dispositivos móveis atuais suportam o formato SQLite nativamente facilitando o uso do mesmo nos seu aplicativos.

2. Metodologia de Trabalho

Para verificar a viabilidade da arquitetura, foram criados alguns ambiente de desenvolvimento para executar testes e estudar algumas bibliotecas gratuitas e disponíveis no mercado com suporte ao padrão GeoPackage (GeoPackage, 2014). Além disso foi criado uma

massa de dados vetoriais originárias dos dados do PRODES e DETER das bases de dados do SDI do INPE, para ser executado os testes de desempenho com dados controlados.

2.1. Ambientes

Criamos quatro ambientes de desenvolvimento para quatro bibliotecas distintas.

2.1.1. Biblioteca GDAL/OGR

Essa biblioteca tem o poder de ler e gerar os pacotes no padrão GeoPackage, mas com a limitação de somente dados vetoriais. Ela está sendo usada para gerar os pacotes de teste GeoPackage a partir das tabelas do banco de dados PostgreSQL (PostgreSQL, 2014) com a extensão espacial PostGIS (PostGIS, 2014) da SDI do INPE e para a implementação dos algoritmos para cada cenário de teste. (GDAL, 2014)

2.1.2. Biblioteca LUCIAD – libgpgk

Essa biblioteca é uma extensão para o banco de dados SQLite para suportar os formatos espaciais do padrão GeoPackage. Portanto não tem utilidade para nós hoje pois precisamos de um aplicativo que consiga ler e gravar no pacote GeoPackage sem a necessidade de extensões no driver SQLite. (Luciad, 2014)

2.1.3. Biblioteca GeoTools

Essa biblioteca tem uma grande quantidade de funções espaciais e a ultima versão já suportar gravar em banco SQLite no formato GeoPackage, ela faz leitura e gravação de dados vetoriais e matriciais e está sendo usada como referência para o desenvolvimento do *driver* para ler dados geoespaciais em um dispositivos móvel. (GeoTools, 2014)

2.1.4. Biblioteca OSMDroid

Essa biblioteca permite a visualização de dados geoespaciais em dispositivos móveis com sistema operacional Android. Ela está sendo estudada para adicionar o recurso de leitura de

pacotes no padrão GeoPackage. (OSMDroid, 2014)

2.2. Massa de Dados Vetoriais de Teste

Para os teste separamos dois dados distintos de tamanhos diferentes, para isso usamos os dados do DETER e do PRODES que consistem nos dados abaixo.

2.2.1. Dados do PRODES

Foi usado os dados do PRODES do ano de 2001 até 2012, somente a classe Desflorestamento resultando cerca de 1.350.652 registros.

2.2.2. Dados do DETER

Foi usado os dados do DETER do ano de 2004 até 2012, somente a classe Alerta resultando cerca de 439.596 registros.

2.3. Gerando os pacotes GeoPackage para os testes

Para a geração da massa de dados para testes, temos que criar 3 formas de armazenamento para cada dados, PostGIS, ShapeFile (ShapeFile, 2014) e GeoPackage. Para isso geramos uma backup das tabelas *prodes_desflorestamento* e *deter* dos dados da SDI, para podermos restaurar localmente no computador que irá fazer os testes. Após restaurar esses backups usamos a GDAL/OGR para exportar a partir da tabela, para os formatos de ShapeFile e GeoPackage no mesmo computador.

2.4. Testes

Os testes serão realizados em cima dos dois dados (PRODES e DETER) com três cenários de testes para cada (Leitura completa, Filtro de Atributos e Filtro Espacial) e para cada um dos três formatos (PostGIS, ShapeFile e GeoPackage).

2.4.1. Tamanho dos formatos de armazenamento

Com relação ao armazenamento dos dados geoespaciais, verificamos o tamanho que cada um dos formatos apresentava para cada dado e concluímos que o GeoPackage teve um resultado muito bom e próximo ao valor de armazenamento que o PostGIS pratica, destacando o formato ShapeFile que chega a um tamanho duas vezes maior que o GeoPackage como mostra o gráfico a seguir.

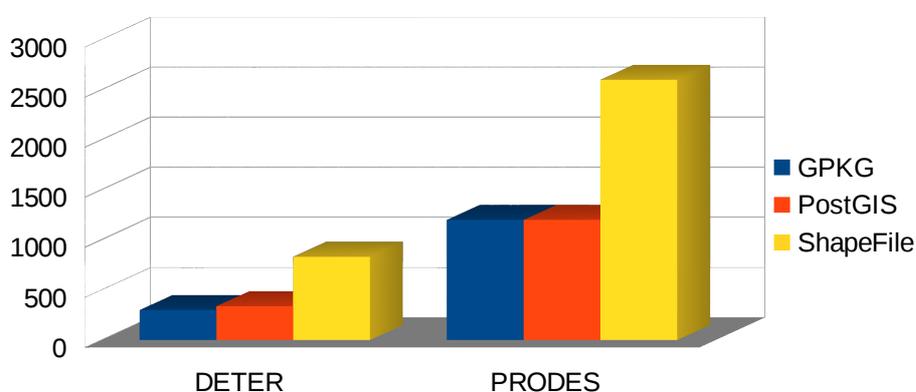


Figura 4: Tamanho dos arquivos

Tamanho (MB)	DETER	PRODES
GPKG	300MB	1200MB
PostGIS	338MB	1200MB
ShapeFile	830MB	2600MB

Tabela 1: Tamanho dos arquivos

2.4.2. Filtros aplicados

Para os testes utilizamos um filtro de atributos e um filtro espacial para cada dado, como mostra a tabela abaixo.

PRODES	
Filtro	Qtd Registros
Temporal (data = '2003-01-01')	138.955
Espacial (Box de Amazonia Legal)	1.300.552

Tabela 2: Filtros para os dados do PRODES

DETER	
Filtro	Qtd Registros
Temporal (data = '2005-10-30')	241.439
Espacial (Box de Amazonia Legal)	430.044

Tabela 3: Filtros para os dados do DETER

3. Resultados

Nos resultados dos testes tivemos um ótimo desempenho do GeoPackage superando na maioria das vezes o banco de dados PostGIS, mesmo utilizando filtros. Como usamos a mesma infraestrutura para executar o cenários de teste, os resultados foram bem próximos.

Para cada cenário executamos três vezes cada teste para evitarmos problemas com relação a concorrência de uso de recursos da infraestrutura para outro fim, por isso fazemos os gráficos em cima das médias.

3.1. DETER

3.1.1. Leitura Completa dos Dados

DETER (439.596)				
Processo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Media
GPKG Full				
Load Time	3323	6182	3624	4376
Execute Time	4457	4506	4275	4413
Total	7780	10688	7899	8789
PG Full				
Load Time	339	543	477	453
Execute Time	11360	12807	12401	12189
Total	11699	13350	12878	12642
SHP Full				
Load Time	141	99	88	109
Execute Time	11266	10730	10642	10879
Total	11407	10829	10730	10989

Tabela 4: Resultados Leitura Completa DETER

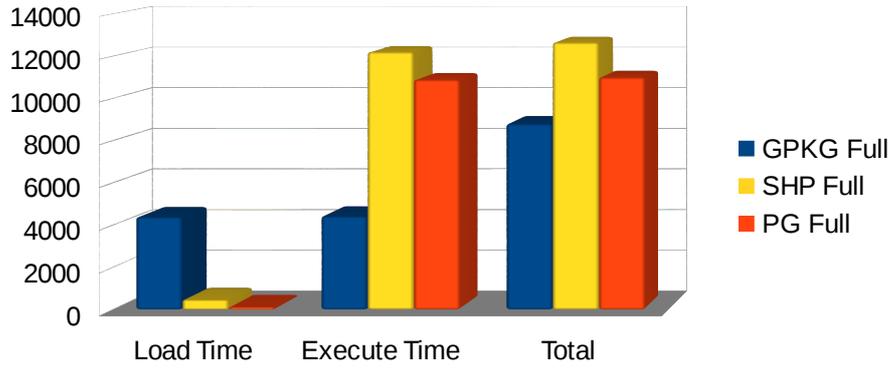


Figura 5: Resultados Leitura Completa DETER

3.1.2. Filtro de Atributos/Temporal

DETER (439.596)				
Processo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Media
GPKG Attribute Filter				
Load Time	3887	3582	3682	3717
Execute Time	3733	3261	3114	3369
Total	7620	6843	6796	7086
PG Attribute Filter				
Load Time	146	55	57	86
Execute Time	7297	5281	5289	5956
Total	7443	5336	5346	6042
SHP Attribute Filter				
Load Time	187	183	205	192
Execute Time	10680	10431	10672	10594
Total	10867	10614	10877	10786

Tabela 5: Resultados Filtro de Atributos DETER

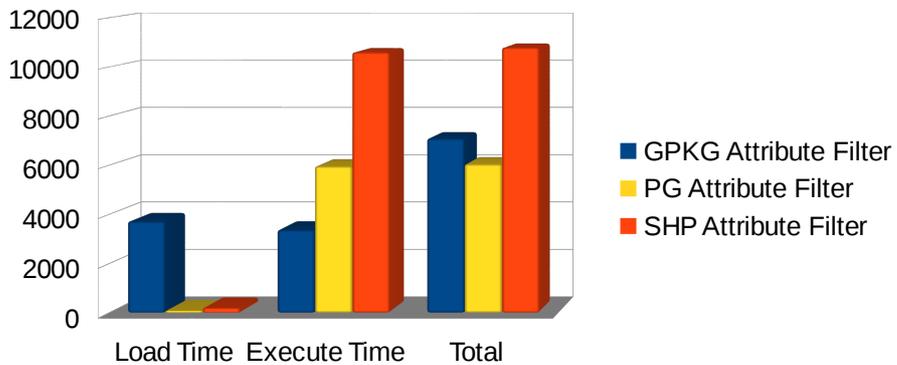


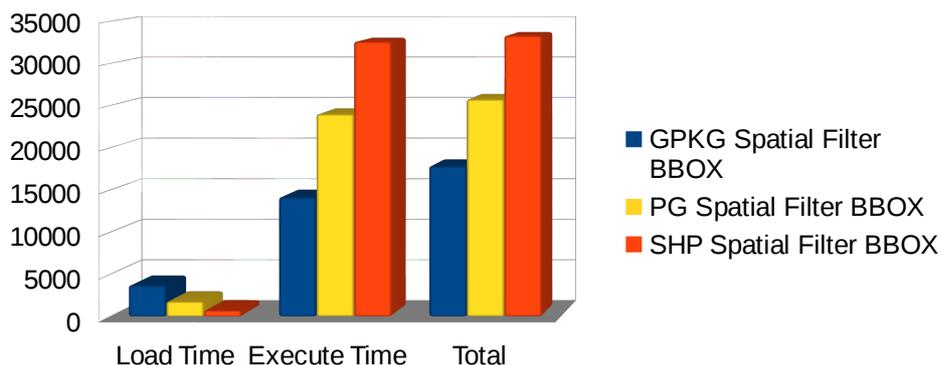
Figura 6: Resultados Filtro de Atributos DETER

3.1.3. Filtro Espacial

DETER (439.596)				
Processo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Media
GPKG Spatial Filter BBOX				
Load Time	4318	3344	3390	3684
Execute Time	15961	16543	9898	14134
Total	20279	19887	13288	17818
PG Spatial Filter BBOX				
Load Time	1064	3272	944	1760
Execute Time	24757	24860	22356	23991
Total	25821	28132	23300	25751
SHP Spatial Filter BBOX				
Load Time	613	595	881	696
Execute Time	51306	21049	25440	32598
Total	51919	21644	26321	33295

Tabela 6: Resultados Filtro Espacial DETER

Figura 7: Resultados Filtro Espacial DETER



3.2. PRODES

3.2.1. Leitura Completa

PRODES_DESFLORESTAMENTO (1.350.652)				
Processo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Media
GPKG Full				
Load Time	15208	16924	17044	16392
Execute Time	15588	16152	15663	15801
Total	30796	33076	32707	32193
PG Full				
Load Time	427	553	454	478
Execute Time	54911	50424	50341	51892
Total	55338	50977	50795	52370
SHP Full				
Load Time	280	850	1170	767
Execute Time	118360	68047	98756	95054
Total	118640	68897	99926	95821

Tabela 7: Resultados Leitura Completa PRODES

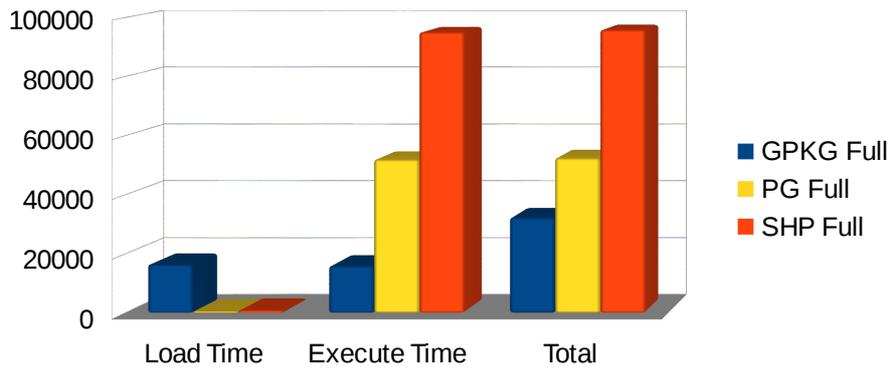


Figura 8: Resultados Leitura Completa PRODES

3.2.2. Filtro de Atributos/Temporal

PRODES_DESFLORESTAMENTO (1.350.652)				
Processo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Media
GPKG Attribute Filter				
Load Time	15612	8160	6241	10004
Execute Time	2238	2145	2301	2228
Total	17850	10305	8542	12232
PG Attribute Filter				
Load Time	472	557	422	484
Execute Time	11695	12098	11521	11771
Total	12167	12655	11943	12255
SHP Attribute Filter				
Load Time	224	379	211	271
Execute Time	30455	28288	28812	29185
Total	30679	28667	29023	29456

Tabela 8: Resultados Filtro de Atributos PRODES

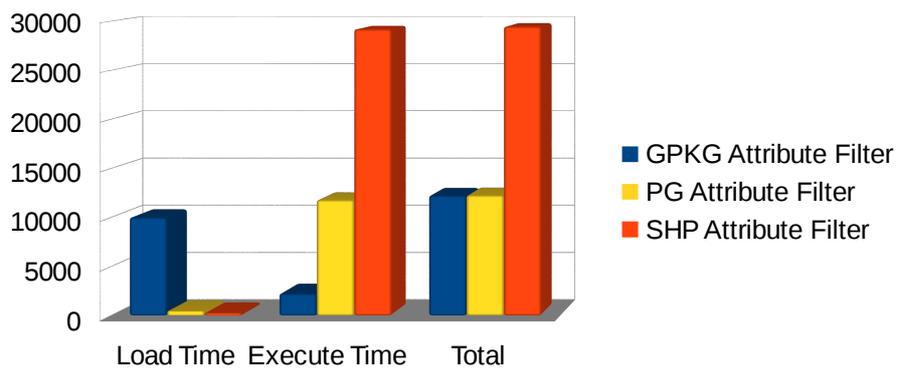


Figura 9: Resultados Filtro de Atributos PRODES

3.2.3. Filtro Espacial

PRODES_DESFLORESTAMENTO (1.350.652)				
Processo	1 ^a	2 ^a	3 ^a	Media
GPKG Spatial Filter BBOX				
Load Time	5341	15710	16672	12574
Execute Time	16836	16041	16466	16448
Total	22177	31751	33138	29022
PG Spatial Filter BBOX				
Load Time	467	487	503	486
Execute Time	58437	53944	52767	55049
Total	58904	54431	53270	55535
SHP Spatial Filter BBOX				
Load Time	424	822	910	719
Execute Time	56508	86130	78134	73591
Total	56932	86952	79044	74309

Tabela 9: Resultados Filtro Espacial PRODES

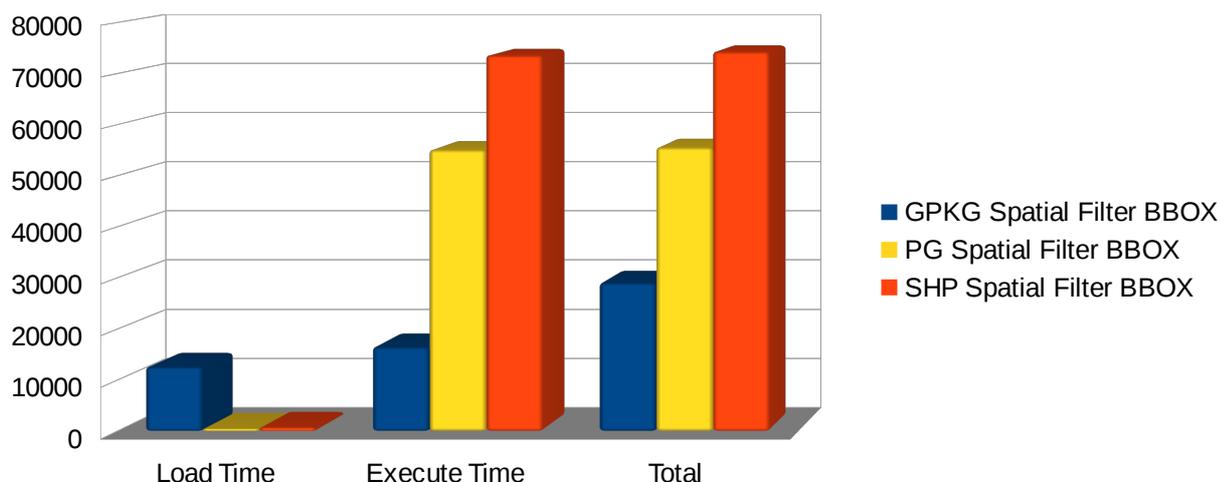


Figura 10: Resultados Filtro Espacial PRODES

3.3. Dados Matriciais do GeoPackage

Os dados vetoriais são adicionados aos pacotes estritamente para consultas e modificações pois a renderização desses dados exigiria um uso muito grande de recursos de processamento do dispositivo móvel. Para isso existem os tiles, são as geometrias/raster pré renderizados em forma de imagens com vários níveis de escala na forma de plano de fundo. O padrão GeoPackage permite o armazenamento desses dados no formato de piramide para a visualização em várias escalas sem uso excessivo de recurso lendo imagens com alto nível de

resolução em escalas mais baixas.

4. Dificuldades Enfrentadas

O padrão OGC GeoPackage é relativamente recente portanto existem poucas bibliotecas que o atendem conforme sua definição, além do que não existem muitas discussões sobre o assunto, isso faz com que tenhamos que testar as bibliotecas para ver o estado delas e em muitos casos complementar funcionalidade que faltam, ou usar duas ou mais para resolver um só problema. Ainda tendo as poucas bibliotecas que implementam o padrão, essas ainda não apresentam maturidade o suficiente para um ambiente de produção.

Não existe um gerador de tiles integrado com saída para GeoPackage, isso dificulta até a implementação de qualquer leitor do pacote em dispositivo móvel, que por sinal também não existe nenhum implementado.

5. Conclusões

O padrão OGC GeoPackage atende totalmente a arquitetura da solução proposta para o uso na interoperabilidade tanto em ambiente desktop como em dispositivos móveis de maneira on-line e off-line, permitindo assim a implementação de aplicativos de geoprocessamento para uso em campo em locais sem a cobertura de sinal de operadoras de telecomunicações.

O tamanho do arquivo GeoPackage ficou relativamente próximo ao tamanho do PostGIS e muito menor que o ShapeFile, concluímos então que o pacote tem potencial e não está fora da realidade dos meios atuais de armazenamento de dados geoespaciais. O tempo de acesso

ao dados no pacote GeoPackage foi mais rápido em todos os cenários de teste, nos dando mais certeza ainda da qualidade do padrão.

6. Próximos Passos

Para dar continuidade ao desenvolvimento da arquitetura proposta, atualmente estamos trabalhando no desenvolvimento do Plugin que permitirá a exportação/importação de dados vetoriais e matriciais no padrão GeoPackage dentro do TerraView 5. Estamos trabalhando em paralelo na implementação do aplicativo móvel para sistemas operacionais Android que permitirá a a visualização de dados matriciais e a leitura/escrita dos dados vetoriais dentro de pacotes.

O próximo passo, seria o desenvolvimento de um ferramental para a sincronização dos

pacotes alterados de maneira off-line, para devolvê-los para a base de dados da SDI.

7. Referências Bibliográficas

SQLite. SQLite Home Page. Junho/2014. Disponível em: <<http://www.sqlite.org/>> . Acesso em: 30 Junho 2014.

PostgreSQL. PostgreSQL: the world's most advanced open source database.

Junho/2014. Disponível em: <<http://www.postgresql.org/>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

PostGIS. PostGIS: Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL.

Junho/2014. Disponível em: <<http://www.postgis.net/>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

ShapeFile. ESRI Shapefile Technical Description. Junho/2014. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

GeoPackage. OGC GeoPackage. Junho/2014. Disponível em: <<http://www.geopackage.org/>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

WMS. Web Map Service | OGC(R). Junho/2014. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

TerraLib 5. start – TerraLib5. Junho/2014. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

SFS. Simple Features for OLE/COM | OGC(R). Junho/2014. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/sfo>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

SDI Spec – INPE-BOEING. Spatial Data Infrastructure Specification Report - INPE-Boeing Project. Março/2014. p 4

Luciad. Luciad GeoPackage Viewer. Junho/2014. Disponível em: <<http://demo.luciad.com/GeoPackage/>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

GeoTools. GeoTools: GeoTools 11-RC1 Released. Junho/2014. Disponível em: <<http://geotoolsnews.blogspot.com.br/2014/02/geotools-11-rc1-released.html>>. Acesso em: 30 Junho 2014.

GDAL. GeoPackage . Junho/2014. Disponível em: <http://www.gdal.org/drv_geopackage.html>. Acesso em: 30 Junho 2014.

OSMDroid. Osmdroid/osmdroid . Junho/2014. Disponível em: <<https://github.com/osmdroid/osmdroid>>. Acesso em: 30 Junho 2014.