

Ronoel Matos de Almeida Botelho Junior

Interoperabilidade de Dados e Funções
Espaciais usando o Padrão WPS

XII Curso de Especialização em Geoprocessamento

2010



UFMG

Instituto de Geociências

Departamento de Cartografia

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha

RONOEL MATOS DE ALMEIDA BOTELHO JUNIOR

**INTEROPERABILIDADE DE DADOS E
FUNÇÕES ESPACIAIAS USANDO O PADRÃO WPS**

Monografia apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de especialista em
Geoprocessamento.

Curso de especialização em Geoprocessamento.
Departamento de Cartografia. Instituto de Geociências.
Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof.. Karla Borges Albuquerque

BELO HORIZONTE

2010

B748i Botelho Júnior, Ronoel Matos de Almeida.
2010 Interoperabilidade de dados e funções espaciais usando o padrão
WPS [manuscrito] / Ronoel Matos de Almeida Botelho Júnior. – 2010.
ix, 23 f. : il. color.

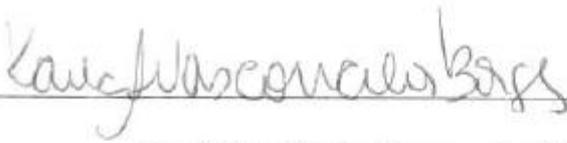
Monografia (especialização em Geoprocessamento) – Universidade
Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2010.
Orientadora: Karla Borges Albuquerque.
Bibliografia: f. 23.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Processamento eletrônico
de dados. I. Machado, Maria Márcia Magela. II. Universidade Federal de
Minas Gerais, Instituto de Geociências. III. Título.

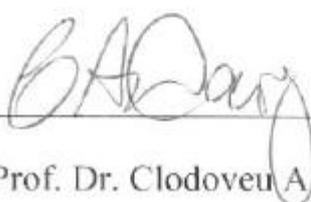
CDU: 528.8

Ronoel Matos de Almeida Botelho Junior

Monografia defendida e aprovada em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, em 16 de dezembro de 2010, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Karla Borges de Albuquerque



Prof. Dr. Clodoveu A. Davis Jr.

RESUMO

Web Processing Service (WPS), padrão recente da *Open Geospatial Consortium* (OGC), prevê normas para padronizar entradas e saídas para serviços de processamento geoespacial. Acredita-se que este padrão tem um potencial de uso muito grande. Na metade de 2010, a versão 2.1 *beta* do Geoserver (implementação de referência da OGC) recebeu um *plugin* para suporte a WPS. Estes fatores foram motivadores para a realização deste trabalho de monografia, com objetivos de explorar a especificação WPS, assim como seu potencial e suas implementações já publicadas. Para atingir os objetivos do trabalho, o primeiro passo foi conhecer o padrão WPS, seu funcionamento e capacidade. A melhor fonte para este conhecimento é a própria especificação da OGC, sendo assim toda a pesquisa apresentada neste documento tem como referência a atual especificação do WPS (versão 1.0.0). Além da especificação WPS também foram consultados trabalhos relacionados ao desenvolvimento de novos processos para WPS. Após a concepção da especificação do WPS, foi feito um levantamento de algumas implementações do padrão. Escolhida uma implementação, partiu-se para a criação de um ambiente local que pudesse realizar testes e entender na prática o funcionamento das requisições sobre o WPS. Diversos testes sobre processos WPS foram realizados. Alguns processos são extremamente simples e outros extremamente complexos. Este trabalho possibilitou um conhecimento detalhado sobre WPS, dando visão do seu grande potencial para implementar os mais diversos processos no tratamento de dados geoespaciais. Pode-se concluir que implementações cliente e servidor WPS, ainda não estão prontas para serem utilizadas por usuários finais, mas já encontram-se muito próximas deste objetivo.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	vi
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Objetivos.....	2
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1 Especificação WPS (versão 1.0.0).....	3
2.1.1 Perfil WPS.....	5
2.1.2 Operações	6
2.1.3 Encadeamento de Serviços WPS	7
2.1.4 WPS e SOAP / WSDL	7
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1 Geoserver.....	9
3.2 Plugin WPS 52 North	10
3.3 uDIG	11
3.4 Requisições WPS.....	11
3.4.1 Solicitação de Processos Existentes	11
3.4.2 Descrição do Processo.....	12
3.4.3 Execução do Processo	14
3.5 WPS Request Builder	16
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
4.1 Geoserver com WPS.....	19
4.2 Aplicação Cliente	19
4.3 Vantagens do WPS sobre SOAP / WSDL.....	20
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1 - Arquitetura do Geoserver	9
Figura 2 - WPS integrado ao Geoserver.....	10
Figura 3 - Retorno a requisição de processos WPS	12
Figura 4 - XML com especificação das entradas para o processo buffer	13
Figura 5 - XML com especificação das saídas para o processo buffer	14
Figura 6 - Resultado da execução do processo <i>JTS:buffer</i>	15
Figura 7 - Caixa com seleção de processos WPS disponíveis	16
Figura 8 - WPS Request Builder	17
Figura 9 - Resposta em GML do processo de buffer	18

LISTA DE TABELAS

Pág.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
BPEL	<i>Business Process Execution Language</i>
CAT	<i>Catalogue Service</i>
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GML	<i>Geography Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
JTS	<i>Java Topology Suite</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
URN	<i>Universal Resource Name</i>
WCS	<i>Web Coverage Service</i>
WFS	<i>Web Feature Service</i>
WKT	<i>Well-Know Text</i>
WMS	<i>Web Map Service</i>
WPS	<i>Web Processing Service</i>
WSDL	<i>Web Services Description Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Informações geográficas vêm se tornando parte integrante da infraestrutura de informação em muitas organizações. Compartilhamento, coordenação e comunicação destas informações são raras entre organizações e mesmo entre departamentos de uma mesma organização. O uso de tecnologias proprietárias ou que não se preocupam com o intercâmbio de dados nem com a comunicação entre aplicações propiciam este cenário e geram problemas como replicação de dados e conseqüentemente dos processos de atualização.

O custo na confecção destes dados torna importante a sua interoperabilidade, ou seja, a capacidade dos sistemas em compartilhar e trocar informações espaciais. O desafio está na simplificação das complexas coleções de formatos de dados espaciais e que sejam aceitas em consenso por quem produz e os utiliza. Esta necessidade fez surgir o OGC (*Open Geospatial Consortium*)¹, um consórcio internacional composto por mais de 400 companhias, agências governamentais e universidades para desenvolver padrões de interface disponíveis publicamente, dando suporte a soluções interoperáveis de "geo-livre".

Foi criada pela OGC a marca registrada OpenGIS® para padrões e documentos certificados por ela, como GML (*Geography Markup Language*) um formato de intercâmbio aberto para transações geográfica na Internet, o WMS (*Web Map Service*) que fornece uma interface HTTP simples para solicitar imagens do mapa geo-registrado de um ou mais bancos de dados geoespaciais distribuídos e o WPS (*Web Processing Service*) prevê normas para padronizar entradas e saídas para serviços de processamento geoespaciais.

Em setembro de 2005 foi lançada uma especificação do WPS no Open Geospatial Consortium e em 2010 o Geoserver 2.1 beta (implementação de referência OGC) recebeu um *plugin* para suporte a WPS. A especificação WPS está na versão 1.0.0. Apesar de ser um serviço recente, acredita-se que tem um potencial de uso muito grande. Estes fatores

¹ Site da OGC: <http://www.opengeospatial.org/>

foram motivadores para a realização deste estudo que explorou a atual especificação do WPS, o seu potencial e as implementações já publicadas.

1.2 Objetivos

Dentro desse enfoque, a pesquisa desenvolvida teve os seguintes objetivos:

Estudar a especificação WPS.

Pesquisar e avaliar as implementações WPS existentes.

Avaliar aplicabilidades da especificação WPS.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Especificação WPS (versão 1.0.0)

O *Web Processing Service* (WPS) define uma interface padronizada, que facilita a publicação de processos geoespaciais. Publicação significa tornar a informação legível por máquina, bem como metadados que permitam a descoberta e utilização de serviços². WPS pode ser configurado para oferecer qualquer tipo de funcionalidade GIS para os clientes através de uma rede, incluindo o acesso aos cálculos pré-programados e / ou modelos de computação que operam em dados espacialmente referenciados. WPS pode oferecer cálculos simples como subtração de um conjunto de números referenciados espacialmente a partir de outro (por exemplo, a determinação da diferença de casos de dengue entre duas épocas distintas), ou tão complicado como um modelo global de mudança climática. Os dados exigidos pelo WPS podem ser entregues pela rede ou estarem disponíveis no servidor. Esta especificação de interface fornece mecanismos para identificar os dados espacialmente referenciados exigidos pelo cálculo, iniciar o cálculo e gerir o resultado do cálculo para que o cliente possa acessá-lo. O WPS é destinado a processamento de dados vetoriais e raster. A especificação WPS é projetado para permitir que um prestador de serviços Web possa expor um processo acessível, como a interseção de polígonos, de uma forma que permite aos clientes entrarem com dados e executar o processo sem o conhecimento especializado da interface do processo físico subjacente ou da API (*Application Programming Interface*). A interface WPS padroniza as entradas e saídas, processos são descritos de forma que um cliente possa solicitar a execução de um processo, e como a saída de um processo é tratado. WPS oferece uma interface genérica, podendo ser usado para envolver outros serviços existentes OGC com foco na prestação de serviços de processamento geoespaciais.

WPS é uma interface genérica na medida em que não se identifica todos os processos específicos que são suportados. Em vez disso, cada aplicação do WPS define os processos que ele suporta, bem como suas entradas e saídas associadas. WPS pode ser pensado como

² Serviços permitem que dois computadores comuniquem-se e troquem informações via uma rede de computadores ou uma inter-rede de computadores como a Internet.

um modelo abstrato de um *Web service*³, para os quais perfis devem ser desenvolvidos para apoiar o uso e padronizados para suportar a interoperabilidade. Tal como acontece com as outras especificações OGC, GML e CAT (*Catalogue Service*), é o desenvolvimento, publicação e aprovação dos perfis que definem os usos específicos desta especificação. O mecanismo de vinculação segue o modelo definido pelo OGC para WMS e WFS, na medida em que define uma operação WPS *GetCapabilities*, e os pedidos são baseados em HTTP GET e POST. WPS faz mais do que descrever a interface do serviço, na medida em que especifica um pedido / resposta, a interface se define como:

- requisição para execução do processo;
- respostas da execução do processo;
- inserção de dados e metadados no processo de execução de entradas / saídas;
- referência acessível via Web na entrada e saídas de dados;
- apoiar os processos de longa duração;
- retornar informações sobre status do processo;
- erros no retorno do processamento;
- pedido de armazenamento no processo de saídas.

WPS permite a obtenção de dados de entrada em dois métodos diferentes. Os dados podem ser incorporados no pedido de execução, ou referenciados como um recurso Web acessível.

Na primeira abordagem, WPS funciona como um serviço autônomo. Na última, WPS funciona como serviço de *middleware*⁴ para os dados, obtendo dados de um recurso externo, a fim de executar um processo sobre a execução local.

³ *Web service* é uma solução utilizada na integração de sistemas e na comunicação entre aplicações diferentes. Com esta tecnologia é possível que novas aplicações possam interagir com aquelas que já existem e que sistemas desenvolvidos em plataformas diferentes sejam compatíveis.

⁴ *Middleware* é um programa de computador que faz e mediação entre *software* e demais aplicações. É utilizado para mover ou transportar informações e dados entre programas de diferentes protocolos de comunicação.

WPS permite que as interfaces de *software* existentes possam ser empacotadas e apresentadas como *Web Services*. Implementações de WPS pode assim ser considerado um *middleware* para software.

2.1.1 Perfil WPS

A especificação WPS, por si só permite que os desenvolvedores de serviços reusem quantidades significativas de código no desenvolvimento de interfaces Web, ao mesmo tempo, facilitando o entendimento entre os desenvolvedores de aplicações Web. No entanto, a interoperabilidade totalmente automatizada só pode ser alcançada através da utilização de perfis padronizados. Embora seja possível escrever um cliente genérico para WPS, a utilização de um perfil permite a otimização do comportamento interoperável na interface cliente do usuário. Para alcançar a interoperabilidade, cada processo deve ser especificado em um perfil de aplicação. Perfil WPS descreve como um processo deve ser configurado para ser reconhecido pelo OGC.

- Um perfil de aplicação consiste em:
- Uma URN (*Universal Resource Names*) OGC que identifica o processo (obrigatório);
- Uma resposta de referência a um pedido *DescribeProcess* para o processo (obrigatório);
- Um documento legível que descreve o processo e sua implementação (opcional, mas recomendado);
- Uma descrição WSDL para o processo (opcional).

Perfis WPS de aplicação são destinados ao consumo dos registros de serviços Web que mantêm metadados pesquisáveis para várias instâncias de serviços.

Infraestruturas geoespaciais podem estabelecer uma rede de processamento, especificando um repositório que contém uma hierarquia de processos definida semanticamente, cada um identificado por um URN. Perfil WPS de aplicação pode definir cada processo exclusivo dentro do repositório, e cada instância WPS pode referir-se a uma URN. A especificação

atual do WPS suporta esta abordagem para descoberta de serviços padronizados semanticamente orientado.

2.1.2 Operações

A interface WPS especifica três operações que podem ser solicitadas pelo cliente e executadas pelo servidor WPS, todas são implementações obrigatórias em todos os servidores.

- *GetCapabilities* - Esta operação permite ao cliente solicitar e receber os metadados de serviço; Documento que descreve as capacidades da aplicação específica do servidor. A operação *GetCapabilities* fornece os nomes e descrições de cada um dos processos oferecidos pela instância WPS. Também oferece suporte a operação de negociação da versão de especificação, sendo usado para interações cliente servidor.
- *DescribeProcess* - Esta operação permite ao cliente solicitar e receber de volta a informação detalhada sobre os processos que podem ser executados na ocorrência do serviço, incluindo os insumos necessários, seus formatos permitidos e as saídas que podem ser produzidas.
- *Execute* - Esta operação permite o cliente executar um determinado processo, usando como parâmetro de entrada os valores fornecidos e retornando os resultados produzidos.

Estas operações têm muitas semelhanças com outros *Web Services* do OGC, incluindo o WMS, WFS e WCS.

Considerando o caso simples de um processo que realiza interseção de dois polígonos. A resposta a um pedido *GetCapabilities* pode indicar que o WPS suporta uma operação chamada Cruzamento, e que esta operação é limitada a interseção de um polígono com um segundo polígono. A resposta a um pedido *DescribeProcess* para o processo de interseção pode indicar que ele requer duas entradas: Polígono1 e Polígono2, e que estas entradas devem ser fornecidos em GML 2.2. Além disso, o processo irá produzir uma saída, tanto em GML 2.2, ou GML 3.1, que pode ser entregue como um recurso Web.

O cliente poderia executar o processo chamando a operação de execução, optando por fornecer os dois polígonos de entrada embutido diretamente no pedido e identificar que o produto deve ser armazenado como um recurso acessível via Web. Após a conclusão, o processo voltaria *ExecuteResponse* em um documento XML (*Extensible Markup Language*) que identifica as entradas e saídas, indica se o processo foi ou não executado com êxito, se for bem sucedida, contém uma referência para o recurso acessível via Web.

2.1.3 Encadeamento de Serviços WPS

Um processo WPS é normalmente uma função atômica que realiza um cálculo geoespacial específico. O encadeamento de processos WPS facilita a criação de fluxos de trabalho repetitivo. Processos WPS podem ser incorporados em cadeias de serviços de várias maneiras:

- Um motor BPEL (*Business Process Execution Language*) pode ser usado para orquestrar uma cadeia de serviços que inclui um ou mais processos WPS;
- Processos WPS podem ser projetados para chamar uma sequência de serviços Web, incluindo outros processos WPS, agindo assim como o mecanismo de serviços encadeados;
- Cadeias de serviços simples podem ser codificadas como parte da consulta executada. Essas cadeias de serviços em cascata podem ser executadas via interface.

2.1.4 WPS e SOAP / WSDL

SOAP (*Simple Object Access Protocol*) pode ser usado para empacotar pedidos e respostas WPS. SOAP descreve um mecanismo de troca de mensagem que contém um corpo, mas não descreve o conteúdo do corpo, ou seja, a carga útil. WPS descreve um mecanismo de troca de mensagens que podem ser utilizadas se o SOAP não for requerido (por segurança, como criptografia ou autenticação). Elementos que são comuns a todas as cargas foram generalizadas na especificação WPS, e esta padronização simplifica dramaticamente a quantidade de códigos personalizados necessários para implementar uma interface para qualquer novo serviço. WPS possibilita o desenvolvimento de *frameworks* de *software* e clientes genéricos. O uso de SOAP para embrulhar pedidos WPS oferece a

capacidade de adicionar os certificados de segurança, bem como de criptografia para operações de geoprocessamento baseadas na web.

WPS suporta WSDL (*Web Services Description Language*). WSDL identifica como um serviço deve ser descrito, mas não como a interface de serviço deve parecer. WPS descreve uma parcela significativa do que é semelhante em qualquer serviço. WSDL é menos abrangentes, mas mais amplamente adotado como alternativa para o mecanismo de divulgação integrada na especificação de interface WPS.

CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos do trabalho, o primeiro passo foi conhecer o padrão WPS, seu funcionamento e capacidade. A melhor fonte para este conhecimento é a própria especificação da OGC, sendo assim toda a pesquisa apresentada neste documento tem como referência a atual especificação do WPS (versão 1.0.0). Além da especificação WPS também foram consultados trabalhos relacionados ao desenvolvimento de novos processos para WPS.

Após a concepção da especificação do WPS, foi feito um levantamento dentro das comunidades de desenvolvimento do padrão. Escolhida uma implementação com melhor aceitação pela comunidade geo, partiu-se para a criação de um ambiente local que pudesse realizar testes e entender na prática o funcionamento das requisições sobre o WPS.

3.1 Geoserver

GeoServer é um servidor *Open Source* escrito em Java que permite aos usuários compartilhar e editar dados geoespaciais. Projetado para a interoperabilidade, publica dados de qualquer fonte de dados geoespaciais utilizando padrões abertos.

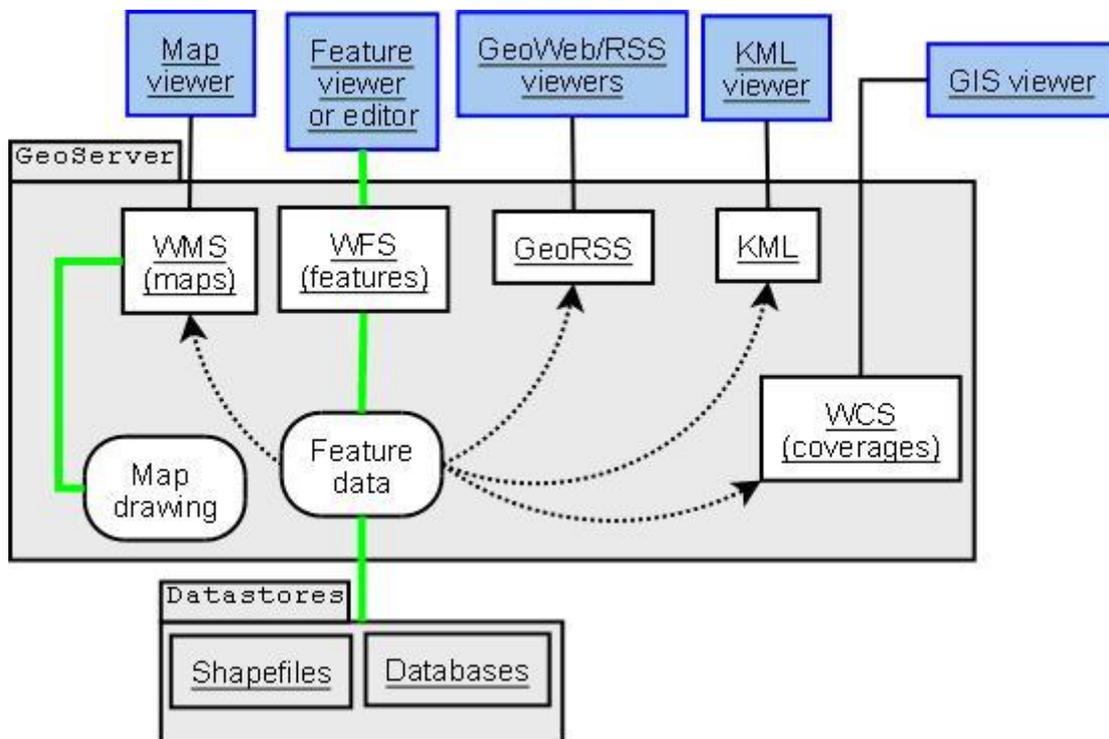


Figura 1 - Arquitetura do Geoserver

A escolha do Geoserver neste estudo se deu principalmente pelo lançamento de um *plugin* WPS para o Geoserver.

Outros fatores que levaram a utilização do Geoserver é pelo fato de ser amplamente adotado pela comunidade geo, o Geoserver também é a implementação de referência dos padrões (OGC).

3.2 Plugin WPS 52 North

A 52 North, uma rede de pesquisa de padrões internacional, cuja missão é promover o desenvolvimento de novos conceitos e tecnologias de geoinformação, desenvolveu um *plugin* com a implementação da especificação WPS 1.0.0 para o Geoserver.

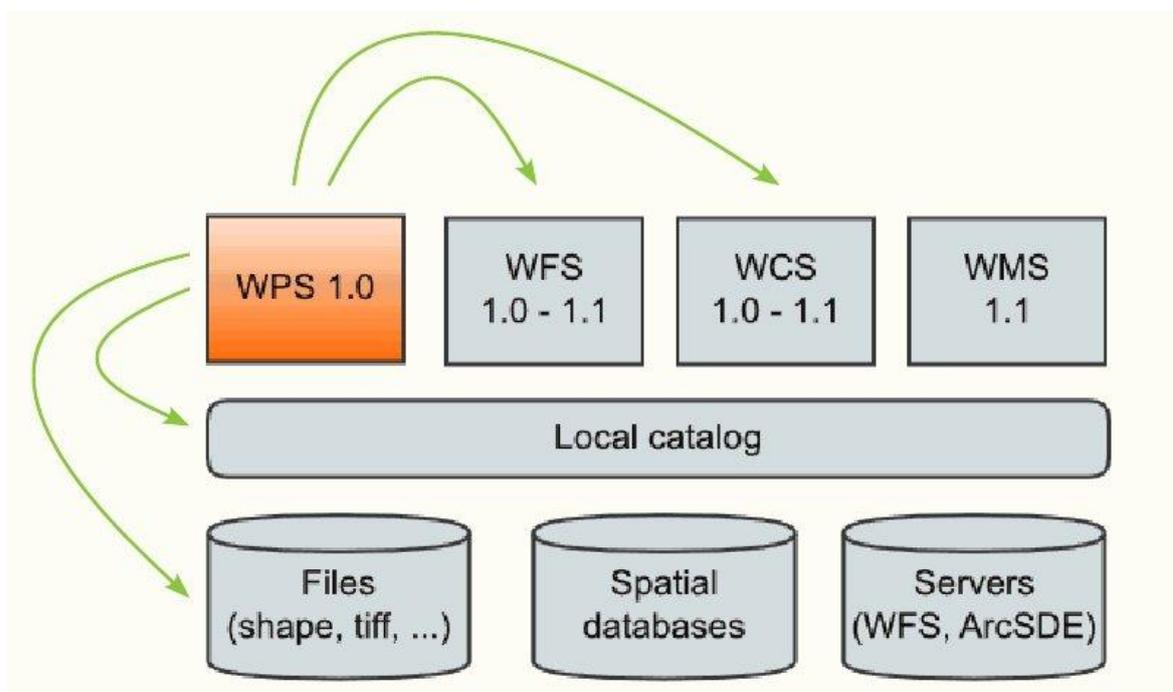


Figura 2 - WPS integrado ao Geoserver

Este *plugin* foi construído completamente em Java, sobre bibliotecas robustas como *Java Topology Suite* (JTS) e GeoTools, biblioteca utilizada por inúmeros projetos para desenvolvimento de SIG.

O *plugin* tem suporte a manipulação de exceções de acordo com as especificações, os resultados das execuções são armazenados no sistema de arquivos, mas pode ser utilizado qualquer banco para armazená-los.

3.3 uDIG

uDIG é uma solução completa escrita em Java para *desktop* que permite acesso, edição e visualização de dados geoespaciais.

Para o uDIG foi desenvolvido um *plugin* cliente WPS, permitindo acesso a uma estrutura complexa em que as capacidades analíticas podem ser construídas e , gradualmente, requisitar estes recursos para a aplicação.

3.4 Requisições WPS

Para testar os serviços oferecidos foram realizadas requisições de acordo a especificação WPS.

3.4.1 Solicitação de Processos Existentes

Foi utilizada a seguinte requisição para que o servidor WPS retornasse a sua lista de processos implementados:

http://localhost:8080/geoserver/ows?SERVICE=WPS&REQUEST=GetCapabilities

Onde,

http:// → indica o protocolo que será utilizado na comunicação.

localhost → a localização do servidor.

8080 → a porta que ele atende no servidor.

ows → nome dado ao servidor.

SERVICE → indica que o parâmetro a seguir será o tipo de serviço que está sendo pedido na requisição.

WPS → indica que a requisição se refere a um serviço WPS .

REQUEST → indica que o parâmetro a seguir será o tipo de requisição que o cliente está fazendo ao servidor.

GetCapabilities → informa ao servidor que o cliente deseja saber quais os serviços de processamento disponíveis nele.

Após fazer a requisição utilizando um navegador Web qualquer, foi retornado um XML informando todos os processos implementados no servidor WPS. Segue abaixo parte do XML retornado:

```
- <wps:Process wps:processVersion="1.0.0">
  <ows:Identifier>JTS:buffer</ows:Identifier>
  <ows:Title>Buffers a geometry using a certain distance</ows:Title>
  <ows:Abstract>Buffers a geometry using a certain distance</ows:Abstract>
</wps:Process>
- <wps:Process wps:processVersion="1.0.0">
  <ows:Identifier>JTS:isEmpty</ows:Identifier>
  <ows:Title>Checks if the provided geometry is empty</ows:Title>
  <ows:Abstract>Checks if the provided geometry is empty</ows:Abstract>
</wps:Process>
- <wps:Process wps:processVersion="1.0.0">
  <ows:Identifier>JTS:contains</ows:Identifier>
  <ows:Title>Checks if a contains b</ows:Title>
  <ows:Abstract>Checks if a contains b</ows:Abstract>
</wps:Process>
- <wps:Process wps:processVersion="1.0.0">
  <ows:Identifier>JTS:distance</ows:Identifier>
  <ows:Title>Returns the minimum distance between a and b</ows:Title>
  <ows:Abstract>Returns the minimum distance between a and b</ows:Abstract>
</wps:Process>
```

Figura 3 - Retorno a requisição de processos WPS

3.4.2 Descrição do Processo

Em posse dos processos disponíveis, foram geradas requisições específicas para obter a descrição detalhada de cada processo. Veja abaixo um exemplo da requisição para obter a descrição do processo JTS:buffer.

http://localhost:8080/geoserver/ows?Service=WPS&Request=DescribeProcess&Identifier=JTS:buffer

Onde,

DescribeProcess → informa ao servidor que o cliente deseja saber todas as informações sobre um serviço de processamento específico, como quais parâmetros de entrada, saída e tipo de dado de cada parâmetro.

Identifier → indica que o parâmetro a seguir será o nome do serviço que está sendo requerido.

JTS:buffer → informa o nome do serviço requerido.

```
-<wps:DataInputs>
  -<wps:Input maxOccurs="1" minOccurs="1">
    <ows:Identifier>buffer</ows:Identifier>
    <ows:Title>Buffer Amount</ows:Title>
    <ows:Abstract>Amount to buffer the geometry by</ows:Abstract>
    -<wps:LiteralData>
      <ows:DataType>xs:double</ows:DataType>
      <ows:AnyValue/>
    </wps:LiteralData>
  </wps:Input>
  -<wps:Input maxOccurs="1" minOccurs="1">
    <ows:Identifier>geom1</ows:Identifier>
    <ows:Title>Geometry</ows:Title>
    <ows:Abstract>Geometry to buffer</ows:Abstract>
    -<wps:ComplexData>
      -<wps:Default>
        -<wps:Format>
          <wps:MimeType>text/xml; subtype=gml/3.1.1</wps:MimeType>
        </wps:Format>
      </wps:Default>
      -<wps:Supported>
        -<wps:Format>
          <wps:MimeType>text/xml; subtype=gml/3.1.1</wps:MimeType>
        </wps:Format>
        -<wps:Format>
          <wps:MimeType>text/xml; subtype=gml/2.1.2</wps:MimeType>
        </wps:Format>
        -<wps:Format>
          <wps:MimeType>application/wkt</wps:MimeType>
        </wps:Format>
        -<wps:Format>
          <wps:MimeType>application/gml-3.1.1</wps:MimeType>
        </wps:Format>
        -<wps:Format>
          <wps:MimeType>application/gml-2.1.2</wps:MimeType>
        </wps:Format>
      </wps:Supported>
    </wps:ComplexData>
  </wps:Input>
</wps:DataInputs>
```

Figura 4 - XML com especificação das entradas para o processo buffer

```

- <wps:ProcessOutputs>
- <wps:Output>
  <ows:Identifier>result</ows:Identifier>
  <ows:Title>Result</ows:Title>
- <wps:ComplexOutput>
- <wps:Default>
- <wps:Format>
  <wps:MimeType>text/xml; subtype=gml/3.1.1</wps:MimeType>
</wps:Format>
</wps:Default>
- <wps:Supported>
- <wps:Format>
  <wps:MimeType>text/xml; subtype=gml/3.1.1</wps:MimeType>
</wps:Format>
- <wps:Format>
  <wps:MimeType>text/xml; subtype=gml/2.1.2</wps:MimeType>
</wps:Format>
- <wps:Format>
  <wps:MimeType>application/wkt</wps:MimeType>
</wps:Format>
- <wps:Format>
  <wps:MimeType>application/gml-3.1.1</wps:MimeType>
</wps:Format>
- <wps:Format>
  <wps:MimeType>application/gml-2.1.2</wps:MimeType>
</wps:Format>
</wps:Supported>
</wps:ComplexOutput>
</wps:Output>
</wps:ProcessOutputs>

```

Figura 5 - XML com especificação das saídas para o processo buffer

3.4.3 Execução do Processo

A descrição do processo informa os tipos de entradas e saídas suportadas pelo processo e quais são os parâmetros de entrada. Para o processo identificado como *JTS:buffer* foi criada a seguinte requisição:

http://localhost:8080/geoserver/ows?service=WPS&Request=Execute&Identifier=JTS:buffer&DataInputs=geom=POINT+%28+6+10+%29@datatype=application%2Fwkt;distance=10;quadrantSegments=0&RawDataOutput=result

Onde,

Execute → informa ao servidor que o cliente deseja executar um processo.

DataInputs → lista as entradas providas para que o processo possa ser executado.

geom / distance / quadrantSegments → identificadores de entradas para execução do processo.

POINT+%28+6+10+%29 → informa o valor de entrada como *POINT (6 10)*.

datatype → informa o tipo de entrada que está sendo utilizada.

application%2Fwkt → informa o tipo de entrada é *application/wkt*.

RawDataOutput → indica que deve ser retornada a saída como um dado bruto diretamente pelo WPS.

result → identificador da saída do processo de execução do WPS.

```
- <gml:Polygon>
  - <gml:exterior>
    - <gml:LinearRing>
      - <gml:posList>
        16.0 10.0 15.807852804032304 8.049096779838717
        15.238795325112868 6.173165676349102 14.314696123025453
        4.444297669803978 13.071067811865476 2.9289321881345254
        11.555702330196024 1.6853038769745474 9.826834323650898
        0.7612046748871322 7.950903220161283 0.1921471959676957
        6.000000000000001 0.0 4.0490967798387185 0.1921471959676957
        2.173165676349103 0.7612046748871322 0.44429766980398
        1.6853038769745474 -1.0710678118654746 2.9289321881345245
        -2.3146961230254526 4.444297669803978 -3.238795325112868
        6.173165676349106 -3.807852804032306 8.049096779838722 -4.0
        10.000000000000007 -3.8078528040323025 11.950903220161292
        -3.2387953251128625 13.826834323650909 -2.3146961230254455
        15.555702330196034 -1.071067811865463 17.071067811865486
        0.44429766980399243 18.314696123025463 2.173165676349121
        19.238795325112875 4.04909677983874 19.807852804032308
        6.000000000000025 20.0 7.950903220161309 19.8078528040323
        9.826834323650925 19.238795325112857 11.555702330196048
        18.314696123025435 13.071067811865499 17.07106781186545
        14.314696123025472 15.555702330195993 15.238795325112882
        13.826834323650862 15.807852804032311 11.950903220161244
        16.0 10.0
      </gml:posList>
    </gml:LinearRing>
  </gml:exterior>
</gml:Polygon>
```

Figura 6 - Resultado da execução do processo *JTS:buffer*

3.5 WPS Request Builder

Para auxiliar a realização de requisições sobre processos WPS, utilizou-se a ferramenta WPS Request Builder que vem embutida no *plugin* WPS para o Geoserver. Esta ferramenta pode ser acessada via navegador.

O WPS Builder apresenta para o usuário todos os processos disponíveis no servidor.

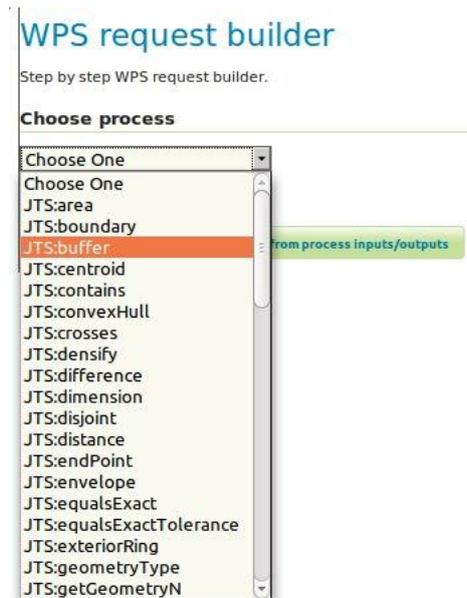


Figura 7 - Caixa com seleção de processos WPS disponíveis

Ao seleccionar um processo, através do perfil WPS é gerada uma interface amigável para entrada de dados específica do processo.

WPS request builder
Step by step WPS request builder.

Choose process

JTS:buffer
Buffers a geometry using a certain distance ([WPS DescribeProcess](#))

Process inputs

geom* - Geometry
The geometry to be buffered

TEXT application/wkt

POINT(6 10)

distance* - double
The distance (same unit of measure as the geometry)

10

quadrantSegments - Integer
Number of quadrant segments. Use > 0 for round joins, 0 for flat joins, < 0 for mitred joins

0

capStyle - BufferCapStyle
The buffer cap style, round, flat, square

Process outputs

result* - Geometry
The buffered geometry

Generate text/xml; subtype=gml/3.1.1

Execute process Generate XML from process inputs/outputs

Figura 8 - WPS Request Builder

O usuário possui liberdade de escolher o tipo de entrada e saída desejado para a execução do processo.

Tendo preenchida as entradas e escolhido o tipo de saída para o processo, ao clicar no botão *Execute process* será retornado o resultado.

```
- <gml:Polygon>
  - <gml:exterior>
    - <gml:LinearRing>
      - <gml:posList>
        16.0 10.0 15.807852804032304 8.049096779838717
        15.238795325112868 6.173165676349102 14.314696123025453
        4.444297669803978 13.071067811865476 2.9289321881345254
        11.555702330196024 1.6853038769745474 9.826834323650898
        0.7612046748871322 7.950903220161283 0.1921471959676957
        6.000000000000001 0.0 4.0490967798387185 0.1921471959676957
        2.173165676349103 0.7612046748871322 0.44429766980398
        1.6853038769745474 -1.0710678118654746 2.9289321881345245
        -2.3146961230254526 4.444297669803978 -3.238795325112868
        6.173165676349106 -3.807852804032306 8.049096779838722 -4.0
        10.000000000000007 -3.8078528040323025 11.950903220161292
        -3.2387953251128625 13.826834323650909 -2.3146961230254455
        15.555702330196034 -1.071067811865463 17.071067811865486
        0.44429766980399243 18.314696123025463 2.173165676349121
        19.238795325112875 4.04909677983874 19.807852804032308
        6.0000000000000025 20.0 7.950903220161309 19.8078528040323
        9.826834323650925 19.238795325112857 11.555702330196048
        18.314696123025435 13.071067811865499 17.07106781186545
        14.314696123025472 15.555702330195993 15.238795325112882
        13.826834323650862 15.807852804032311 11.950903220161244
        16.0 10.0
      </gml:posList>
    </gml:LinearRing>
  </gml:exterior>
</gml:Polygon>
```

Figura 9 - Resposta em GML do processo de buffer

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho, diversos testes sobre processos WPS foram realizados. Alguns processos são extremamente simples, como o *buffer*, possuindo apenas duas entradas obrigatórias, geometria e a distância. Outros processos possuem um grande número de entradas, incluindo formatos de imagens de dados como GeoTIFF ou padrões de intercâmbio de dados como GML, realizando operações complexas.

A especificação WPS apresenta um mecanismo genérico que pode ser usado para descrever e disponibilizar na Web qualquer tipo de processo geoespacial. Para alcançar a interoperabilidade, cada processo é especificado em um documento separado, que pode ser chamado de um perfil. Desta forma, aplicações clientes podem interpretar este perfil e gerar dinamicamente uma interface específica do processo para o usuário.

4.1 Geoserver com WPS

O *plugin* WPS funciona, até o momento, apenas na versão 2.1-beta1 do Geoserver. Esta versão apesar de bastante estável, por diversas vezes disparou exceções durante a requisição de processos WPS.

Assim como o exemplo apresentado na metodologia deste documento, a maioria dos testes realizados foram em cima do WPS, com entradas GML ou WKT (*Well-Know Text*), dispensando qualquer iteração entre o WPS e o Geoserver.

Apesar do WPS ser totalmente independente de um servidor Web Map como o Geoserver, existem diversas vantagens em manter esta união. As principais vantagens são:

- O Geoserver já tem padrões implementados para disponibilizar os recursos WPS, como WFS e WMS.
- Utilizar recursos do Geoserver como entrada para processos WPS representa um grande ganho, pois os dados estão disponíveis localmente.

4.2 Aplicação Cliente

A ferramenta uDIG não funcionou com o *plugin* WPS, apesar de terem sido testadas várias versões para o uDIG, tanto no Linux quanto no Windows. A mesma apresentou problemas

ao tentar abrir a janela para informar o endereço do servidor WPS e para carregar os processos disponíveis no servidor, mesmo utilizando a versão do uDIG recomendada pelo site onde se encontrava o *plugin*. Por ser este *plugin* um protótipo para testes de perfil WPS, ele pode ter sido testado apenas em um ambiente específico, ainda não possuindo uma versão estável.

4.3 Vantagens do WPS sobre SOAP / WSDL

De acordo com a especificação WPS, ele oferece um número maior de documentação além de recursos mais sofisticados de encadeamento do que pode ser publicado via WSDL. Não é possível gerar um documento WSDL único genérico que descreve todas as implementações WPS, uma vez que requer informações específicas encontradas nos perfis WPS. WSDL é necessário para facilitar a ligação dinâmica de serviços dinâmicos, ou seja, WPS com perfis desconhecidos.

WPS oferece as seguintes vantagens em relação às especificações SOAP / WSDL:

- Suporta os *GetCapabilities* OGC, o que simplifica sua aprovação na comunidade geoespacial que já adotou especificações OGC.
- Para uma única saída, suporta o retorno direto de saída sem *wrapper* XML, que permite a arquitetura REST (*Representational State Transfer*), como ainda permite publicar e encontrar serviços.
- Especifica como determinar o status de um processo, que permite o apoio aos processos de longa duração.
- Especifica exatamente como empacotar e descrever as entradas e saídas, o que facilita o desenvolvimento de *frameworks* reutilizáveis e clientes genéricos.
- Especifica o pedido de armazenamento de saídas do processo, que facilita a recuperação dos serviços encadeados e subsequentes.
- Especifica referência a recursos da Web, como entradas e saídas, o que facilita o serviço de encadeamento.

- Especifica como descrever e inserir entradas complexas, o que facilita o desenvolvimento de componentes reutilizáveis para armazenar e extrair esses insumos a partir de um pedido de processamento.
- Oferece um mecanismo de descoberta de serviços que podem ser usados sem a sobrecarga e a complexidade do WSDL e ao mesmo tempo apoiar a opção de usar WSDL quando necessário, para facilitar a descoberta e vinculação.
- Facilita o encadeamento de serviços, uma vez que um serviço WPS pode ser construído para ligar para outros serviços, incluindo outros serviços WPS.
- Define as mensagens de erro padrão, o que simplifica a codificação de erro de manipulação de resposta para vários processos.
- Permite ao cliente escolher se deseja usar um REST ou SOAP como abordagem arquitetônica, uma vez que especifica suporte a ambas as arquiteturas de uma implementação do serviço.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

A implementação do WPS começou em 2008, com capacidade muito limitada, apenas no meio deste ano (2010) foram integradas bibliotecas como Sextante, Java Topology Suite e suporte a dados raster no WPS implementado pela 52 North. Apesar disso, ainda há carência de processos, principalmente tratando-se de processos sobre dados raster.

WPS permitiu solucionar problemas encontrados em outros padrões, como o WFS, que não possui recursos como o de simplificar geometrias para aliviar a aplicação cliente de uma quantidade enorme de coordenadas, ou oferecer serviço para um visualizador Web SIG 3D como o protótipo citado na referência deste documento.

Com WPS é possível implementar um algoritmo de geoprocessamento e disponibilizá-lo na nuvem para centenas de aplicativos clientes.

A criação de um processo a ser incorporado no servidor WPS foi removida do escopo deste trabalho devido à escassez de material que auxiliasse na integração de um processo ao servidor WPS, ficando a implementação de um processo para o WPS como objeto de estudo posterior.

Este trabalho possibilitou um conhecimento profundo sobre o WPS, dando visão do seu grande potencial para implementar os mais diversos processos no tratamento de dados geoespaciais.

A maior dificuldade encontrada no desenvolvimento deste trabalho foi devido a escassez de documentação relacionada às implementações dos *plugins*, por ainda serem muito recentes. Houve, também, grande dificuldade relacionada à compatibilidade entre versões dos *plugins* e suas plataformas, principalmente para as aplicações clientes. Várias tentativas foram realizadas para a execução de um WPS através do uDIG, e a cada vez, um erro ocorria, frustrando a utilização de um cliente WPS.

Pode-se concluir que ambas as partes, cliente e servidor, ainda não estão prontas para serem utilizadas por usuários finais, mas as implementações já encontram-se muito próximas disso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

52 North. (s.d.). *Coupling 52n WebProcessingService with geoserver*. Acesso em 24 de Outubro de 2010, disponível em 52 North: <https://wiki.52north.org/bin/view/Processing/52nWebProcessingServiceInGeoserver>

52 North. (13 de Abril de 2010). *WPS Client udig*. Acesso em 3 de Novembro de 2010, disponível em 52 North: <http://52north.org/maven/project-sites/wps/52n-wps-client-udig-site/>

GeoScript. (s.d.). *GeoScript*. Acesso em 2 de Novembro de 2010, disponível em GeoScript: <http://geoscript.org>

GeoTools. (s.d.). *GeoTools*. Acesso em 28 de Outubro de 2010, disponível em GeoTools: <http://www.geotools.org/>

OGC Standard and Specifications. (s.d.). Acesso em 5 de Novembro de 2010, disponível em Open Geospatial Consortium: <http://www.opengeospatial.org/standards>

Open Geospatial Consortium Inc. (s.d.). *OpenGIS® Web Processing Service, versão 1.0.0, documento OGC 05-007r7*. Acesso em 5 de Novembro de 2010, disponível em Open Geospatial Consortium: <http://www.opengeospatial.org/standards/wps>

OSGeo. (s.d.). Acesso em 27 de Outubro de 2010, disponível em Geoserver: <http://geoserver.org>

Sarawat Ninsawat, V. R. (2008). Development of Distributed Web Service for Geoprocessing and 3D Visualization in Web-GIS Clients. *International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences* .

uDig. (s.d.). Acesso em 6 de Novembro de 2010, disponível em uDig: <http://udig.refrains.net/>

W3C. (27 de Abril de 2007). *SOAP Version 1.2*. Acesso em 2 de Novembro de 2010, disponível em W3C Recommendation: <http://www.w3.org/TR/soap/>

W3C. (15 de Março de 2001). *Web Services Description Language (WSDL) 1.1*. Acesso em 3 de Novembro de 2010, disponível em W3C Standards: <http://www.w3.org/TR/wsdl>