

CONECTIVIDADE DE ÁGUA E SEDIMENTO PELA DENSA REDE DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO PEREIRA DE MIRANDA

Francisco Edeson Alves Bizerril¹
George Leite Mamede²

RESUMO

O objetivo geral deste estudo é a análise da conectividade de água e sedimento na bacia hidrográfica do reservatório Pereira de Miranda. Para o levantamento de variáveis hidrológicas e sedimentológicas da bacia, são necessários diversos procedimentos minuciosos e manipulação de dados. Vale destacar, que para cada procedimento foram manipulados diversos dados, além de conversões, transformações, recortes, validações, tratamentos de erro e entre outros. Em um primeiro momento, foi realizado a integração da linguagem de programação Python e o software SIG e o levantamento da bacia através da localização da barragem do açude Pereira de Miranda. A partir dos dados iniciais foi então preparado um algoritmo para a realização de diversos procedimentos, gerando assim, os arquivos de saída do tipo .dat. Estes dados foram criados através do python de modo a ter uma formatação de dados precisa, e assim haver total compatibilidade com o sistema de entrada do modelo WASA-SED.

Palavras-chave: Python SIG WASA-SED .

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável - IEDS, Discente, edeson.alves@hotmail.com¹
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e desenvolvimento sustentável, Docente, mamede@unilab.edu.br²



INTRODUÇÃO

O abastecimento hídrico do Semiárido Brasileiro, em sua maioria, é dependente das águas superficiais acumuladas nos reservatórios, onde o conflito pela água já é uma realidade na vida dos 15 milhões de habitantes da região. Considerando-se a impossibilidade de aumentar a oferta de água através da construção de novos reservatórios, é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável da região, que haja conservação da qualidade e da quantidade da água já acumulada, tendo em vista que estas são frequentemente afetadas pelo assoreamento (ARAÚJO, 2003).

Desta forma, é essencial a compreensão dos processos hidrossedimentológicos nas bacias hidrográficas, incluindo a produção de sedimentos nas vertentes, o transporte na rede de drenagem e a consequente deposição em reservatórios, que são considerados pré-requisito para a gestão sustentável dos recursos hídricos (Malveira et al. 2011; Lima Neto et al. 2011; Mamede et al. 2012; Medeiros et al. 2014; Pique et al. 2017).

Com o intuito de modelar tais processos, foi desenvolvido por grupos de pesquisa no âmbito de programas de cooperação internacional entre instituições brasileiras e alemãs, o modelo WASA-SED (Model of Water Availability in Semi-Arid Environments with a Sediment Dynamics Component) (Guentner and Bronstert, 2004; Mueller et al., 2010; Bronstert et al., 2014). Este modelo simula o transporte de sedimento na escala de vertentes usando uma detalhada representação de características das vertentes (Francke et al, 2008; Mueller et al., 2010; Pilz et al., 2017).

Até o momento, esta ferramenta tem sido aplicada com sucesso para análise de processos hidrológicos e sedimentológicos em ambientes semi-áridos em diferentes países do mundo. Porém, devido a complexidade para parametrização dos diferentes componentes hidrológicos do Modelo WASA-SED, tornou-se necessário o desenvolvimento de uma nova ferramenta que pudesse facilitar e automatizar esse processo. Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho, foi desenvolver em Python, linguagem de programação de alto nível, uma interface em ambiente GIS para automatização da parametrização dos dados de entrada do modelo hidrossedimentológico WASA-SED para grandes bacias hidrográficas de ambientes semi-áridos.

METODOLOGIA

A integração da linguagem de programação de alto nível Python e o SIG (Sistema de Informações Geográficas) foi dada através do módulo pertencente à ferramenta. Através dele, pôde-se utilizar o editor Visual Studio para escrever, depurar e executar todo o código.

Figura 1 - Exemplo de código escrito em Python



```
# Contando total de pixel por LU
for field_map in list_relacao_svc_pixels:
    self.list_soil.append(int(str(field_map["svc"])[-3:]) * 1)
    self.list_vegetation.append(
        int(str(field_map["svc"])[-6:-3]) * 1000)
    self.list_tcs.append(int(str(field_map["svc"])[-6]) * 1000000)
    self.list_pixals.append(field_map["count"])

for i, tc in enumerate(self.list_tcs):
    for slt in list_subbasin_lu_tcs:
        if tc in slt["tcs"]:
            self.svc_data.append({"subbasin": slt["subbasin"], "lu": slt["lu"], "tc": tc,
                "vegetation": self.list_vegetation[i], "soil": self.list_soil[i],
```

Fonte: autor

Para o levantamento de variáveis hidrológicas e sedimentológicas da bacia, foram necessários diversos procedimentos minuciosos e manipulações de dados. Assim, para obter informações de qualidade e de alta precisão, a utilização de ferramentas que realizem processos automatizados tornam-se indispensáveis, como também para execuções de testes, tanto neste trabalho como em diversos estudos posteriores. Os dados de entrada para a execução do script são:

- Shape de pontos de localização dos exutórios das sub-bacias;
- Shape de solos. Disponível gratuitamente em www.ibge.gov.br;
- Shape de vegetação. Disponível gratuitamente em www.ibge.gov.br;
- Shape de unidades geomorfológicas (UG). Disponível gratuitamente em www.ibge.gov.br;
- Imagens de satélite (Rasters SRTM) de relevo. Disponível gratuitamente em www.cnpm.embrapa.br

A partir dos dados iniciais, o algoritmo realiza os seguintes procedimentos:

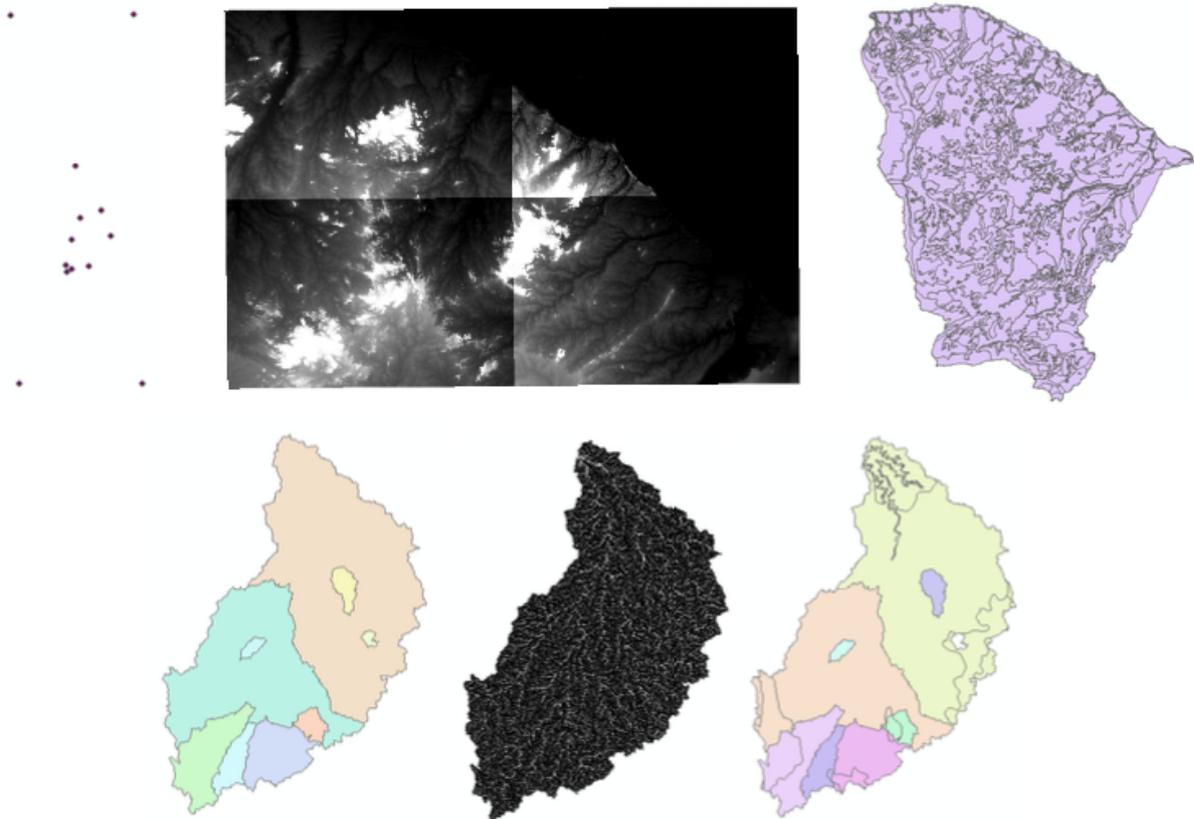
- Criação automática de diretórios (pastas do sistema) para o armazenamento de todos os arquivos de entrada e saída, como também todos os dados intermediários gerados automaticamente. Com base em um diretório principal fornecido pelo usuário, a dinâmica do algoritmo deve avaliar a disponibilidade dos arquivos de entrada e tratar todos os erros previstos, de modo a proporcionar ao usuário entendimento claro para a resolução de problemas. Devido a organização, todos os arquivos contendo informações intermediárias, poderão ser facilmente acessados e utilizados em outros estudos e análises.

Para um primeiro momento, ao rodar o script sem fornecer os shapes de pontos, são gerados todos os arquivos necessários para que o usuário possa gerar o shp contendo todos os pontos correspondentes aos exutório da bacia. Através da localização de cada ponto e o arquivo flow accumulation, o usuário pode gerar um shape de pontos e fornecer ao script no diretório indicado de entrada e roda-lo novamente. O objetivo do shape de pontos é ser utilizado pela ferramenta SIG para delimitar todas as sub-bacias pertencentes à área de estudo e facilitar o processo de geração de conexões entre cada uma.

Uma vez delimitada as sub-bacias, o procedimento seguinte se dar pelo recorte do shape de UG e pela divisão deste em Unidades de Paisagem (Landscape Unit - LU) e em Componentes de Terreno (Terrain component - TC). Através do mesmo procedimento, o shape de solo e vegetação serão utilizados, mas dessa vez utilizando as LUs e TCs como base. Confira alguns exemplos dos arquivos intermediários na Figura 3.



Figura 3 - Exemplo de arquivos utilizados e gerados automaticamente



Fonte: autor

A relação das informações de solo e vegetação correspondente a cada TC, foi possível através da conversão dos respectivos shapes em Rasters. Assim, manipulações matemáticas foram realizadas em cada pixel das imagens para determinar uma combinação numérica de aproximadamente 6 (seis) dígitos que determinasse os fragmentos de solo e vegetação presentes, sendo possível também determinar a porcentagem de ocupação de cada um.

Para determinar a conectividade entre as sub-bacias, definindo a direção do fluxo e suas conexões, foram utilizados a rede de drenagem, o shape de pontos e o shape das sub-bacias contendo seus IDs. Através dos pontos de exutório, foi possível determinar o seguimento de rio que corresponde a intersecção entre cada sub-bacias, transformando-as em pontos e assim determinando os IDs entre as sub-bacias correspondentes. Por fim, através de manipulações de dados com python, foi possível determinar todas as combinações e consequentemente as conexões entre cada sub-bacia.

Vale destacar, que para cada procedimento foram manipulados diversos dados, além de conversões, transformações, recortes, validações, tratamentos de erro e entre outros; objetivando a geração de dados confiáveis para análise, exportação e armazenamento de dados através de arquivos de texto do tipo .dat.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A obtenção das imagens de satélites foi realizada visando a delimitação da área de estudo. Há diversos tipos de imagens de satélites e diversos tamanhos de pixel que correspondem a digitalização do ambiente. Para este caso, foram utilizadas imagens de satélites SRTM com pixels de 92 m^2 , contendo informações de cotas de elevação. Esta resolução foi suficiente para este estudo, levando em consideração a disponibilização gratuita e a precisão de dados aceitáveis.

A bacia pode ser delimitada no SIG através de dois principais métodos, por redes de drenagem e através de um shape de pontos. O primeiro pode ser alcançado utilizando uma combinação de ferramentas que permitem a criação da rede de drenagem e a partir disso delimitar todas as bacias encontradas na imagem de satélite fornecida. Já o segundo método, utilizado neste trabalho, utiliza-se um shape contendo ou mais pontos, fornecidos pelo usuário, correspondentes a localização dos exutórios de cada sub-bacia de interesse, dando assim a possibilidade de criação específica.

Uma vez delimitada as sub-bacias, foi possível recortar toda a área correspondente no shape de unidades geomorfológicas (UG). Desta forma, todas as informações puderam ser classificadas e separadas, tais como as unidades de paisagem (LU).

Os arquivos de saída do tipo .dat foram criados através do python de modo a ter uma formatação de dados precisa, e assim haver total compatibilidade com o sistema de entrada do modelo WASA-SED (Model of Water Availability in Semi-Arid Environments with a Sediment Dynamics Component). Fora criados os seguintes arquivos:

- Arquivo humo.dat: Este arquivo de texto tem como objetivo determinar a quantidade de LUs em uma sub-bacia, como também a fração de área que cada uma possui, figura 4;

Figura 4 - Exemplo de arquivo de saída

Specification of the sub-basins and their total number, type and areal fraction of LU units										
Subbasin-ID [-]	Area[km**2]	nbr[-]	LU-IDs[-]		areal fraction of LU[-]					
101	44.12	1	1001	1						
103	17.99	1	1002	1						
104	1629.55	6	1003	1004	1005	1006	1007	1008	0.0	0.773 0.081
107	44.5	2	1009	1010	0.659	0.341				
108	957.28	3	1011	1012	1013	0.908	0.004	0.089		
109	202.37	2	1014	1015	0.863	0.137				
110	83.95	2	1016	1017	0.967	0.033				
111	236.31	2	1018	1019	0.632	0.368				

Fonte: autor

- Arquivo terrain.dat: Este por sua vez, representa as características de inclinação dos TCs. Neste ponto, a



inclinação foi dividida em três posições, seguindo dois parâmetros que definirão as fronteiras para cada parte. Esses parâmetros divisórios são fornecidos no início do script como base em todas as comparações.

- Arquivo soter.dat: Este arquivo relaciona principalmente a quantidade e o ID dos TCs pertencentes a cada sub-bacia.

- Arquivo soil_vegetation.dat: Este associa informações de solo e vegetação em cada TC e em relação a cada sub-bacia. Nele encontramos os IDs atribuídos automaticamente aos fragmentos de solo e vegetação e suas respectivas porcentagens de ocupação no TC.

- Arquivo routing.dat: Por último, este arquivo apresenta a relação de conectividade entre cada sub-bacia, representadas pela combinação de seus IDs.

CONCLUSÕES

Devido a necessidade de automatização de processos no SIG para a escalabilidade do projeto e a possibilidade de uma análise confiável e precisa, este trabalho tornou-se um grande desafio, pois praticamente a única fonte de informação sobre algoritmos com Python e SIG é a própria documentação do software SIG, desconsiderando alguns fóruns que praticamente não há interação e resolução de problemas pelos usuários, além de que a programação com Python para este caso é bastante específica e não convencional. Desta forma, diversos procedimentos e manipulações não são intuitivas, e em muitos casos, de difícil compreensão, uma vez que estamos lidando com inovação.

Contudo, a metodologia utilizada para a parametrização com software GIS e Python mostrou-se bastante viável e eficiente, sendo possível a geração de arquivos de saída compatíveis com o modelo WASA-SED. Outros arquivos de entrada do modelo também podem ser gerados automaticamente em pesquisas complementares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PIBIC - UNILAB pela bolsa ao primeiro autor e ao CNPq pelo financiamento da pesquisa. Edital PROPPG 04/2019 PIBIC UNILAB/CNPq

REFERÊNCIAS

DPI/INPE — Divisão de Processamento de Imagens. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/DPI/> . Acesso em: 31 jan. 2020.

I B G E . Geomorfologia | IBGE . Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia.html> . Acesso em: 16 set. 2019.



E M B R A P A . Brasil em Relevo - Embrapa Monitoramento por Satélite . Disponível em:
<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/> . Acesso em: 16 set. 2019.

