

DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO DE INTEGRAÇÃO DE MAPAS E BANCO DE DADOS PARA O MODELO LAVRAS SIMULATION OF HYDROLOGY (LASH)

LUCAS, Edison H.¹; BESKOW, Samuel^{2*}; MELLO, Carlos R.³; SIMÕES, Matheus C.²; LORETO, Aline B.¹; FARIA, Lessandro C.²; COLLARES, Gilberto L.²; MILANI, Idel C. B.²

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Ciência da Computação, ehLucas@inf.ufpel.edu.br;

²Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – CDTec/Engenharia Hídrica; ³Universidade Federal de Lavras (UFLA) – DEG/Núcleo de Engenharia de Água e Solo. *Orientador, samuel.beskow@ufpel.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A água é imprescindível para suprir as necessidades humanas e para o desenvolvimento econômico e social de qualquer região, entretanto, o aumento pronunciado da população tem causado preocupações ambientais em todas as esferas da sociedade. Como consequência, cada vez mais existe a necessidade de gerir de forma adequada os recursos hídricos, notavelmente na escala de bacias hidrográficas, para permitir um desenvolvimento sustentável. A gestão de recursos hídricos de uma dada região depende de informações quantitativas e qualitativas acerca da água, as quais são obtidas através de monitoramento hidrológico, todavia, a disponibilidade de água apresenta grande variabilidade espacial e temporal.

A rede básica de monitoramento hidrológico no Brasil é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), porém estas informações são comumente disponíveis para bacias de grande e médio porte, visto que as principais aplicações são para fins energéticos, projetos de controle ambiental, irrigação e estruturas de desenvolvimento hídrico. O desenvolvimento de modelos hidrológicos tem sido justamente impulsionado pela carência de dados hidrológicos em diversas partes do mundo, especialmente na escala de pequenas bacias, propiciando o planejamento, aproveitamento e controle de recursos hídricos também em regiões que não contam com um bom monitoramento hidrológico.

O modelo hidrológico “Lavras Simulation of Hydrology” (LASH) foi desenvolvido no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras em parceria com o National Soil Erosion Research Laboratory (NSERL/USDA)-Purdue University, EUA (Beskow, 2009). O LASH é um modelo hidrológico determinístico, semi-conceitual, distribuído e de longo termo que serve para simular algumas variáveis hidrológicas difíceis de serem obtidas em bacias sem o monitoramento hidrológico, como evapotranspiração, interceptação, ascensão capilar, disponibilidade de água no solo, escoamento superficial direto, escoamento subsuperficial e escoamento de base. Este modelo tem sido aplicado com sucesso a diversas bacias hidrográficas brasileiras para fins de gestão de recursos hídricos (Beskow et al., 2011b).

A segunda versão do LASH está sendo desenvolvida e diversas alterações e ampliações têm sido implementadas no intuito de tornar mais ampla e realística a aplicação deste modelo. Este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento e aplicação de um módulo de integração dos mapas importados no formato do Sistema de Informações Geográficas ArcGIS com os bancos de dados de solo e do seu uso e ocupação, tomando como referência os dados da bacia

hidrográfica do Arroio Pelotas, à montante da Ponte Cordeiro de Farias, em Pelotas-RS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ambiente de desenvolvimento Delphi e a biblioteca gráfica OpenGL foram empregados para o desenvolvimento computacional deste trabalho. A ferramenta Delphi é uma IDE (Integrated Development Environment) de desenvolvimento para a plataforma Windows e permite integrar diversos tipos de bibliotecas e componentes. A biblioteca OpenGL foi escolhida por disponibilizar centenas de funções que fornecem acesso a recursos de vídeo e animação do computador, sendo fundamental para o módulo de mapas do LASH.

Foram desenvolvidos algoritmos específicos para a importação de mapas diretamente do Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS, sendo este um software mundialmente conhecido na área de geoprocessamento, para o ambiente do modelo LASH. Estes mapas são manuseados no ArcGIS e exportados no formato de arquivo de texto (*.txt). O LASH apresenta, portanto, uma integração simples com o ArcGIS. Os mapas que podem ser importados do ArcGIS para o LASH são: sub-bacias, modelo digital de elevação (MDE), declividade, direção e acúmulo de fluxo, solo, uso do solo e rede de drenagem. Todos os testes com mapas feitos neste trabalho utilizaram dados da bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, com seção de controle da Ponte Cordeiro de Farias, em Pelotas-RS.

Além da importação dos mapas do ArcGIS para o LASH, também foram desenvolvidas interfaces gráficas para que o usuário possa visualizar os mapas diretamente no ambiente do LASH, incluindo legendas coloridas e opções do arraste e zoom. No caso do MDE, o usuário pode inclusive visualizar o relevo em três dimensões, constituindo numa valiosa ferramenta visual para análises da bacia hidrográfica.

Neste trabalho foi desenvolvido um módulo de integração dos mapas com o banco de dados apresentado por Lucas et al. (2011), representado pela função "Verify maps", visando fazer com que o LASH compile automaticamente todo o banco de dados em relação aos mapas que representam a bacia. Como a discretização espacial proposta na segunda versão do LASH é a divisão da bacia em sub-bacias hidrográficas, o mapa de sub-bacias é o mapa central no processamento. Este módulo possibilitará a aquisição de informações para cada sub-bacia hidrográfica, como, por exemplo, informações associadas à topografia, solos, uso do solo e aquífero, fornecendo todas as informações necessárias para executar o modelo hidrológico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as informações obtidas através dos mapas importados para o sistema, demonstrados na Fig. 1, foram testados os objetivos de confiabilidade de cada tipo de mapa. Nessa figura podem-se visualizar os seguintes mapas: modelo digital de elevação (MDE), solos, sub-bacias e uso de solos. As rotinas de captação de dados relacionadas com o banco de dados e os mapas que são aplicadas diretamente sobre as informações geradas através dos dados importados apresentaram excelentes resultados. Foi constatado que a animação dos mapas ocorreu de forma rápida e nítida deixando o modelo ágil na manipulação das imagens. Nesse sentido, com a leitura dos arquivos importados e os resultados gerados posteriormente foi verificada a exatidão dos registros, assegurando o

padrão de confiabilidade do módulo de importação de mapas do modelo LASH. Este módulo apresenta um grande avanço em relação à primeira versão do modelo LASH descrito por Beskow et al. (2011a), em que não havia a possibilidade de visualizar os mapas e nem uma forma simples e direta de importação dos arquivos de mapa oriundos do ArcGIS, beneficiando, com o presente módulo, o usuário final em termos de praticidade, tempo de processamento e segurança na importação dos mapas para o LASH. Na Fig. 1B e Fig. 1D pode-se perceber que os bancos de dados de solo e uso do solo são integrados de forma visual com os respectivos mapas, representando outra grande vantagem, pois diminui a possibilidade do usuário informar erroneamente a relação entre o banco de dados e o mapa.

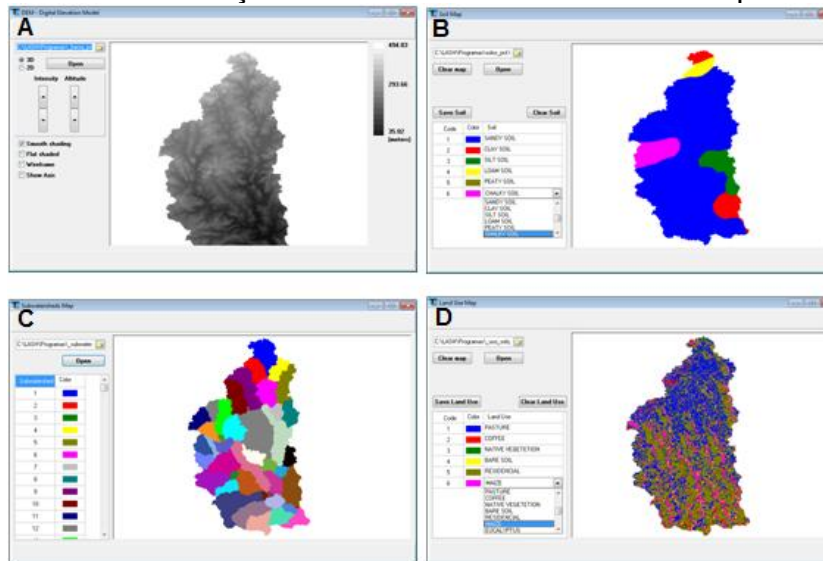


Fig. 1: Interface de importação dos mapas: A - modelo digital de elevação (MDE), B – tipos de solos, C – sub-bacias, D – usos de solos.

Na Fig. 2 são apresentados os resultados originados a partir do processamento da base de dados de uso do solo e de solos e dos mapas da bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, à montante da Ponte Cordeiro de Farias, em Pelotas-RS. Estes resultados são apresentados no LASH, dependendo das características do parâmetro, nas abas “Subwatersheds”, “Land Use”, “Soil” e “Aquifer” (Fig. 2), em que cada sub-bacia hidrográfica recebe um valor representativo de cada parâmetro. Estas abas contêm resultados de vários parâmetros para cada sub-bacia hidrográfica como, por exemplo: área, perímetro e declividade média, comprimento e declividade média do curso d’água principal, índice de área foliar, profundidade do sistema radicular, albedo, profundidade do solo, umidade do solo na saturação, umidade do solo no ponto de murcha permanente e parâmetros de calibração.

A compilação dos dados em sub-bacias hidrográficas resulta em um tempo bastante inferior quando comparado ao tempo necessário para processar dados distribuídos em células, conforme descrito em Beskow et al. (2011b) para o LASH discretizado em células. Para cada parâmetro necessário no LASH foi desenvolvida uma rotina específica que sobrepõe os mapas necessários com o banco de dados correspondente a fim de extrair o resultado final para cada sub-bacia, servindo como entrada para as rotinas hidrológicas de simulação e dispensando o processamento manual de cada parâmetro por sub-bacia. Além disso, os resultados ajudam o projetista a entender melhor o comportamento de cada sub-bacia em uma análise

mais ampla do comportamento hidrológico e auxiliam na tomada de decisões em relação à gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica.

Cod	Subwatersheds	Avg. Altitude (m)	Delta H (m)	Perimeter (km)	XPR	YPR	Avg. Slope (%)	Stream Leng
00000001	1	367,57	255,86	27,84	343506,22	6502667,14	11,9	
00000002	2	321,57	180,22	19,62	343496,57	6505758,24	9,75	
00000003	3	239,53	8,78	2,04	345746,19	65059895,03	2,32	
00000004	4	310,12	153,84	18,96	346658,37	6504192,12	9,88	
00000005	5	290,08	184,66	26,4	348727,1	65059377,3	8,25	
00000006	6	274,05	142,54	20,4	346755,16	6508306,64	10,28	
00000007	7	227,65	96,61	10,98	349536,09	6510511,83	10,2	
00000008	8	234,32	103,29	17,7	351452,49	6509926,1	9,1	
00000009	9	309,68	205,03	31,74	343496,27	6508948,91	8,77	
00000010	10	293,08	194,96	25,38	342646,72	6511176,03	9,03	
00000011	11	282,21	106,51	16,98	339094,19	6516962,73	7,3	
00000012	12	283,35	94,28	13,74	340285,25	6514742,85	6,73	
00000013	13	279,08	171,09	23,16	342040,3	6514646,9	9,22	
00000014	14	252,87	134,32	19,8	344615,37	6519332,98	8,8	
00000015	15	197,65	248,64	35,1	351381,08	6513935,05	12,95	
00000016	16	202,69	203,45	13,5	354337,83	6516126,68	12,55	
00000017	17	222,99	231,98	37,44	348170,05	6514760,07	10,56	
00000018	18	181,33	204,48	17,1	349323,01	6518462,78	14,14	

Fig. 2: Resultados, divididos por sub-bacia hidrográfica, da integração dos bancos de dados de solos e usos do solo com os mapas da bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, à montante da Ponte Cordeiro de Farias, em Pelotas-RS.

4 CONCLUSÃO

A relação entre a ferramenta de desenvolvimento e a biblioteca relacionada anteriormente atenderam aos objetivos propostos, mantendo o sistema extremamente leve e com animações de fácil manipulação. Na área computacional a versatilidade do sistema permitirá abranger a animação de imagens, complexidade de algoritmos, conexão com banco de dados, importação de arquivos e mapas e produção de gráficos e relatórios. O desenvolvimento do módulo de integração de mapas e banco de dados no modelo LASH permite que este modelo seja aplicado no modo distribuído por sub-bacias, tornando o processamento mais rápido e possibilitando a simulação de bacias hidrográficas maiores.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS pelo apoio financeiro do projeto de pesquisa ARD 01/2010 Processo 10/0128-1.

6 REFERÊNCIAS

- BESKOW, Samuel. **LASH model: a hydrological simulation tool in GIS framework**. 2009. Doutorado em Engenharia Agrícola – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2009.
- BESKOW, S., MELLO, C.R., NORTON, L.D. Development, sensitivity and uncertainty analysis of LASH model. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 3, p. 285-294, 2011a.
- BESKOW, S., MELLO, C.R., NORTON, L.D., SILVA, A.M. Performance of a distributed semi-conceptual hydrological model under tropical watershed conditions. **Catena**, v. 86, n. 3, p. 160-171, 2011b.
- LUCAS, Edison H.; BESKOW, S.; MELLO, C. R.; LORETO, A. B.; COLLARES, G. L. **Desenvolvimento de um banco de dados para o modelo hidrológico Lavras Simulation of hydrology (LASH)**. Congresso de Iniciação Científica (CIC) - UFPel, 20º, Pelotas, 2011.