

IV-029 – FERRAMENTA SWAT PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA

Vinícius Silva Marques⁽¹⁾

Graduando em Engenheiro Ambiental pela Universidade de Brasília no 1º semestre de 2015. Estágio na Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB). Pesquisa de iniciação científica na Universidade de Brasília na área de Recursos Hídricos, voltada para área de Geoprocessamento.

Marcelo Augusto Sales da Silva⁽²⁾

Engenheiro Sanitarista e Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso. Especialista em Estatística Aplicada pelo Grupo Cruzeiro do Sul e Gestão de Projetos em Engenharia e Arquitetura. Trabalha na Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Professor dos cursos de Engenharia Civil e Mecânica do UDF Centro Universitário e Engenharia Civil do UNIPLAN – Centro Universitário do Planalto Central.

Carlo Renan Cáceres de Brites⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestre e Doutorando em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília. Analista em Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Professor do curso de Engenharia Civil do UDF Centro Universitário.

Suzana Maria Fernandez Alipaz⁽⁴⁾

Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV/MG). Mestre em Economia na Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/FACE/UFMG). Analista em Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).

Endereço⁽¹⁾: QE 34 conjunto c casa 17 – Guará II – Distrito Federal –DF - CEP: 71065032 – Brasil – Tel: (61) 9554-9251 - e-mail: vinciusmrq@gmail.com; ⁽²⁾marceloaugustosales@gmail.com;

⁽³⁾renan.engenheiro@gmail.com; ⁽⁴⁾suzanaAlipaz@caesb.df.gov.br

RESUMO

Esse trabalho objetivou-se em aplicar a ferramenta SWAT para verificar e avaliar o comportamento hidrodinâmico da Bacia Hidrográfica Riacho Fundo (BHRF), o uso do solo no ano de 2010. As principais fases para execução desse trabalho foram: delimitação da área de estudo, seleção dos dados de entrada no Modelo SWAT e geração de vazão simulada. Como resultado, percebe-se a periodicidade da função, entretanto os valores de máximo e mínimo encontram-se diferentes. Conclui-se que faz necessário calibrar o modelo de simulação para obter uma curva que aproxime com a realidade da bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Hidrológica, SWAT, Bacia Hidrográfica Riacho Fundo.

INTRODUÇÃO

O estudo das bacias hidrográficas é um processo que está em expansão no território nacional, devido sua importância na prevenção de corpos hídricos em relação à qualidade de água. O uso desordenado do solo está influenciando na qualidade dos corpos d'água. Com o surgimento de novas tecnologias e desenvolvimento dos modelos hidrológicos possibilita reverter esse quadro.

O Distrito Federal está localizado dentro do bioma cerrado, na região do planalto central, que encontra nascente de três regiões hidrográficas brasileiras: Paranoá, São Francisco e Araguaia/Tocantins. A área de estudo escolhida foi a Bacia Hidrográfica Riacho Fundo (BHRF), localizada na bacia do logo Paranoá. Na bacia de estudo encontra a maior densidade demográfica distrital e seus corpos d'água deságuam no Lago Paranoá, reservatório artificial que será utilizado para captação de água para consumo humano.

Os modelos hidrossedimentalógicos computacionais são ferramentas tecnológicas utilizadas como suporte de análise ambiental e de gerenciamento dos recursos hídricos. Esses modelos são possíveis de prever as consequências das diferentes alterações do uso e de manejo da bacia, prevendo os impactos e otimizando os custos de gerenciamento.

Dentre os vários programas computacionais utilizados na modelagem de bacias hidrográficas apresenta-se o Soil Water Assessment Tool (SWAT), desenvolvido pela Agricultural Research Service /United States Department of Agriculture (ARS/USDA). O software é de acesso livre e possibilita a análise dos efeitos decorrentes de diferentes usos e manejo do solo, especialmente no que concerne a bacias hidrográficas rurais (Neitsch et al.,2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

As principais fases para execução desse trabalho (descrita a seguir) são: delimitação da área de estudo, seleção dos dados de entrada no Modelo SWAT para geração de vazão simulada.

Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica Riacho Fundo (BHRF) está localizada no Distrito Federal, região Centro-Oeste do Brasil, ao sul da cidade de Brasília (latitudes e longitudes). Seu principal curso d'água é o Rio Riacho Fundo (19,41 km), juntamente com os rios Torto, Bananal e Ribeirão do Gama formam o Lago Paranoá, reservatório artificial com área de 1.046 km² (Figura 1).

A topografia da bacia varia entre 1270 a 1010 metros acima do nível do mar. O regime climático regional é caracterizado por duas estações: uma estação seca (maio- setembro) e uma estação chuvosa (outubro-abril), com média anual de precipitação acumulada de 1660-1700 mm e temperatura média anual de 20-21°C (WMO, 2010).

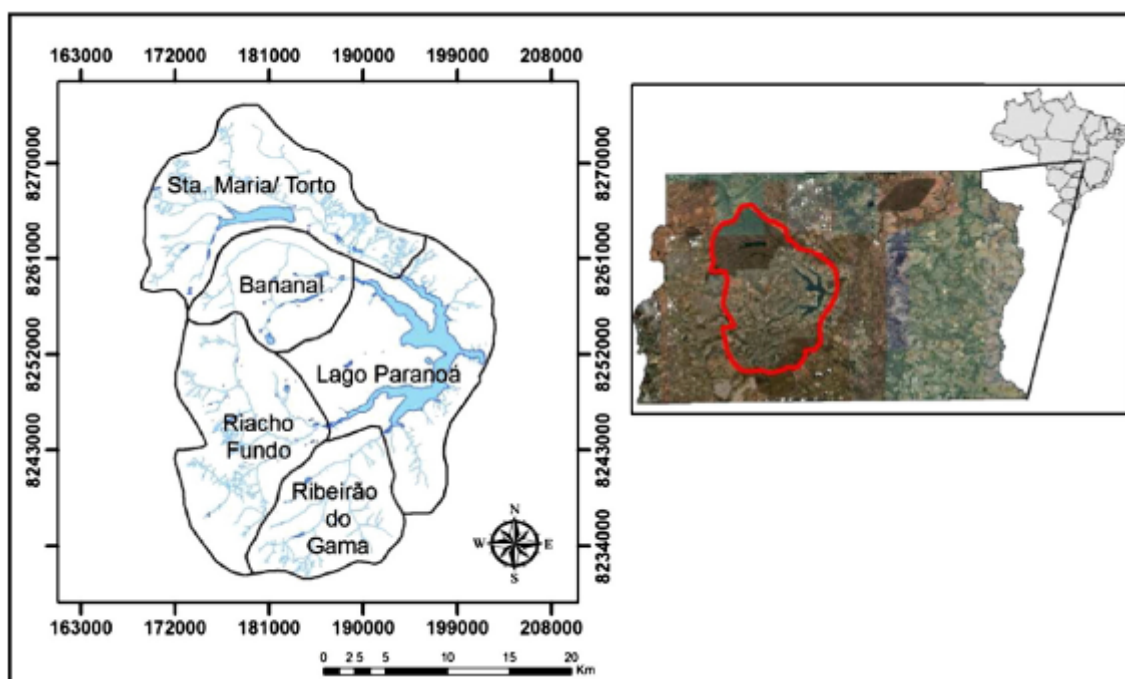


Figura 1. Localização do Distrito Federal, Bacia do Paranoá e suas subbacias: Santa Maria/Torto, Bananal, Riacho Fundo e Ribeirão do Gama (MENEZES, 2010).(coordenadas SICAD – UTM).

A BHRF possui cerca de 21.093,79 ha com perímetro de 91,86 km. O uso do solo em 2010 (Figura 2) foi caracterizado com ortofotos dividido nas seguintes classes: área degradada (1,34%), área rural com caracterização urbana (3,45%), área urbana (44,63%), cerrado denso (8,73%), cerrado ralo (4,08%) cultura (9,48%), mata ciliar e/ou mata de galeria (8,26), reflorestamento (0,03%), vegetação degradada/modificada(19,96%).

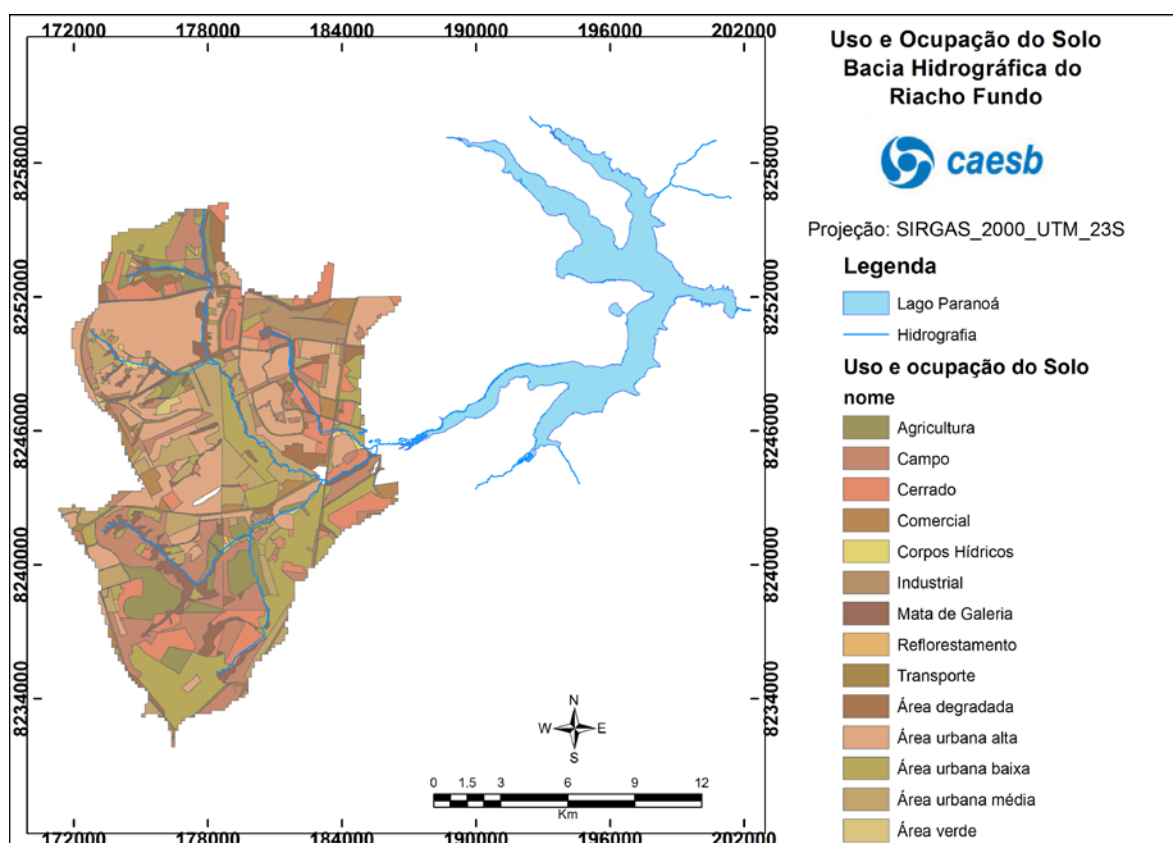


Figura 2. Uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica Riacho Fundo/Distrito Federal, ano de 2010. (coordenadas SICAD – UTM).

Em sua área possui a Estação de Tratamento de Esgoto Riacho Fundo (lodos ativados por batelada a nível terciário), atende a BHRF e contribui com 48 l/s (opera com 51% da vazão de projeto) no Ribeirão do Riacho Fundo (CAESB, 2013).

DESCRIÇÃO DO MODELO SWAT (SOIL NA WATER ASSESSMENT TOOLS)

SWAT é um modelo em escala de bacia hidrográfica desenvolvido no Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), Serviço de Pesquisas Agrícolas, criado para prever o impacto de práticas de manejo da terra e água, produção de sedimentos e agroquímicos em bacias hidrográficas complexas com variados solos e condições de uso da terra (ARNOLD, 1993, p. 577 ; 1998 p.74; NEITSH et al., 2005, p. 4.; REYES ET AL., 2007, p. 1).

No SWAT a bacia hidrográfica é decomposta em múltiplas subbacias que são divididas em Unidades de Respostas Hidrológicas (URH - que consiste em uma subdivisão por homogeneidade do uso do solo (ou dominância), tipos de solo e características de gerenciamento (NEITSH et al., 2005, p. 4.).

O modelo SWAT foi desenvolvido com capacidade para simular escoamento superficial, percolação, fluxo lateral e subterrâneo, evapotranspiração, neve e fluxo de rede de drenagem, análises em reservatórios, ciclo hidrossedimentológico, aspectos climáticos, temperatura do solo, crescimento vegetal, nutrientes, pesticidas e bactérias, práticas agrícolas e aspectos de qualidade da água (NEITSCH et al., 2005).

Para simular os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica o SWAT possui duas divisões principais: a primeira é a fase da terra do ciclo hidrológico, que controla a quantidade de água, sedimentos, nutrientes e pesticidas carregados para o canal principal em cada subbacia; e a segunda divisão é a fase de água ou encaminhamento do ciclo hidrológico, que pode ser definida pela propagação da água, sedimentos, e outros através da rede de canais da bacia para a saída.

A associação da interface SWAT a um SIG, o ArcSWAT, permite, entre outras coisas, a discretização da bacia em subbacias e a extração dos parâmetros do modelo, a partir de informações de classe de solo, declividade, uso e cobertura do solo (Winchell et al., 2009).

Entrada de Dados

Para a representação da dinâmica da bacia hidrográfica foi utilizado o modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool), esse modelo matemático é fundamentado em uma estrutura de comandos definida para simular a propagação do escoamento, sedimentos e nutrientes através da bacia hidrográfica (MACHADO e VETORAZZI, 2003), tendo como principais componentes a hidrologia, o clima, a vegetação, o aporte de nutrientes e agrotóxicos e o manejo do solo (ARNOLD et al., 1998). A Figura 3 apresenta o organograma do funcionamento do modelo SWAT.

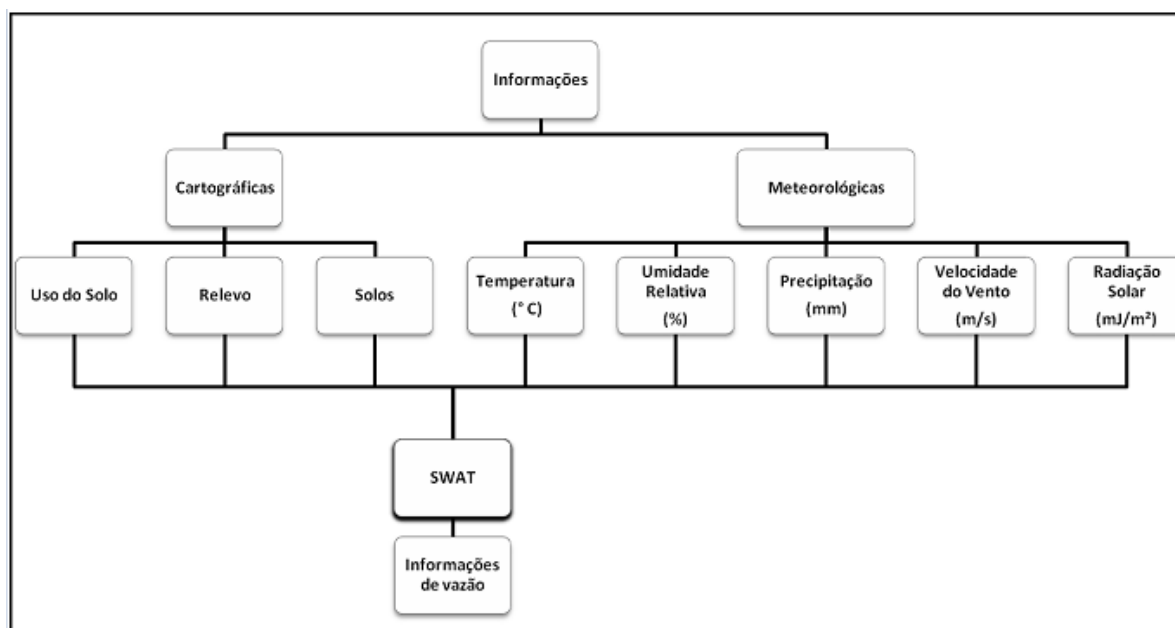


Figura 3. Organograma de funcionamento do modelo SWAT (BLAINSKI, 2012 - adaptado)

As estações existentes na BHRF, monitoradas pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), estão indicadas na Tabela 1.

Tabela 1. Pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica Riacho Fundo/Distrito Federal.

Pontos Pluviometria	1547018
	1548040
	1548009
	1548006
	1548037
	1547074
	1547008
	1548010
	1547075
	1547014
	1548005
Pontos de Monitoramento de Água Bruta	RF - 01
	FR - 01A
	RF - 01B
	RF - 02
	RF - 03/LP04
	VP - 01
	VP - 02
	VP - 03
Pontos Fluviométricos	VP - 04
	Vicente Pires Mont. DF 087
	Vicente Pires just. MSPW Q1 Conj 1
	Riacho Fundo Montante ETE
Ponto de Lançamento de ETE	Ponte Aeroporto - EPAR 002
	ETE Riacho Fundo

Os dados referentes às informações meteorológicas foram adquiridos no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

RESULTADOS

A Figura 4 apresenta o gráfico com a vazão observada (real), a vazão simulada (calculada) gerada pelo SWAT. Nesse contexto, os dados de entradas utilizados para alimentar o SWAT, e realizar simulação hidrodinâmica foram: uso do solo de 2010; informações do solo local; Modelo Digital de Elevação; climáticos (radiação solar, umidade, temperatura, vento e a precipitação real ocorrida na bacia) - período de 01/01/2004 a 31/12/2011.

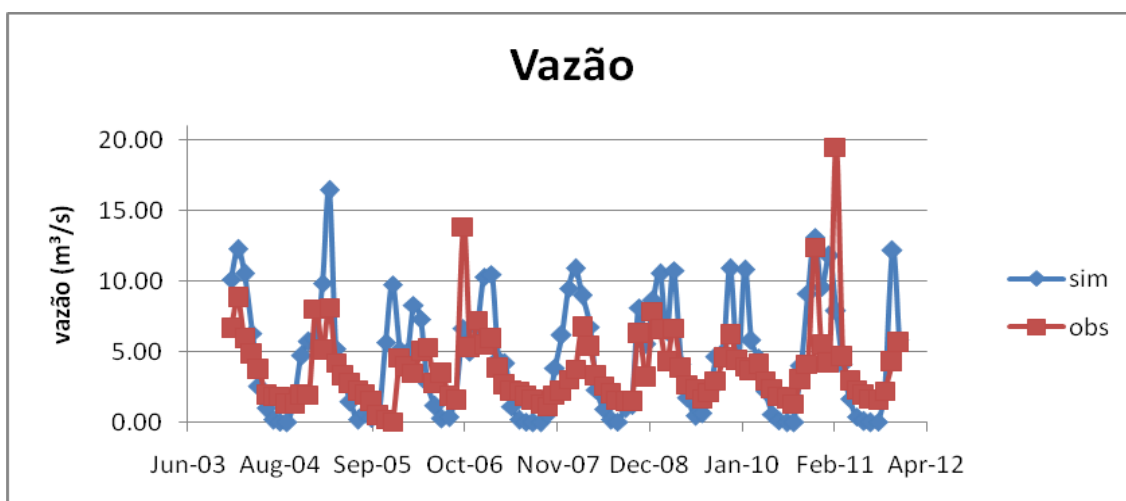


Figura 4. Comparação da vazão calculada pelo SWAT e observada diante da precipitação no período de 01 de janeiro de 2004 a 31 de dezembro de 2011.

Ao analisar o gráfico observam-se diferenças entre os valores simulados e observados. Feita a estatística descritiva (Tabela 2) verifica-se que há diferença entre as médias, contudo, precisará investigar se a diferença é significativa.

Tabela 2. Estatística descritiva da vazão calculada pelo SWAT e observada diante da precipitação no período de 01 de janeiro de 2004 a 31 de dezembro de 2011.

	N	Minimum	Maximum	Média	Desvio Padrão	Variância
Q_sim	96	.0000	16.4400	4.579885	4.0904704	16.732
Q_ob	96	.0802	19.5000	3.812831	2.8717569	8.247
Valid N (listwise)	96					

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Na figura 4 que representa as vazões, percebe-se a periodicidade da função, entretanto os valores de máximo e mínimo encontram-se diferentes. Por isso é recomendado fazer a calibração do modelo de simulação para obter uma curva que aproxime com a realidade da bacia;

Na vazão de simulação encontra-se o valor 0 (zero) que representa um rio perene, porém a vazão observada nenhum momento chega nesse valor;

Outros fatos relevantes são as variações de vazão de cheia, em março de 2005 a diferença entre o valor simulado com o valor observado é de 8,3, já em março de 2011 a varia foi -11,55 que representa um erro significativo.

Foi possível estimar o uso do solo da bacia Hidrográfica Riacho Fundo, que representa a bacia de maior densidade demográfica no DF.

Por ser uma bacia que deságua no lago Paranoá é necessário medidas dos órgãos competentes para o controle/melhora da qualidade da água da BHRF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARNOLD, Jeffrey G. et al. Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, v. 34, n. 1, p. 73-89, 1998.
2. BLAINSKI, E; SARTOR, I. A.; GOMES, P. Modelagem e Simulação do Uso do Solo e as Alterações no Ambiente. Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, Uberlândia, Minas Gerais, 2012.
3. CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal). Governo do Distrito Federal. <http://www.caesb.df.gov.br>, 2013. (acessado 11 de novembro de 2013).
4. FERRIGO, Sara. Análise de consistência dos parâmetros do modelo swat obtidos por calibração automática– estudo de caso da bacia do lago descoberto-DF. 2014.
5. MACHADO, R.E.; VETTORAZZI, C.A. Simulação da produção de sedimentos para a microbacia hidrográfica do ribeirão dos Marins (SP). Rev. Bras. Ci. Solo, 27:735-741, 2003.
6. MENEZES P.H.B.J. Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na bacia do Lago Paranoá. Dissertação de Mestrado. IG-UnB; 2010158.
7. NEITSCH, S. L. et al. Pesticides Fate and Transport Predicted by the Soil and Water Assessment Tool (SWAT). Grassland, Soil and Water Research Service, Temple, Texas, 2002. <http://www.brc.tamus.edu/swat/applications/SugarCreekIN.pdf>, 2002.
8. NEITSCH, S. L. et al. Soil and water assessment tool: theoretical documentation, version 2005. Texas, USA, 2005.
9. REYES, Manuel R.; GREEN, Colleen H.; ARNOLD, Jeffrey G. The soil and water assessment tool: historical development, applications, and future research directions. Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, 2007.
10. WINCHELL, M.; SRINIVASAN, R.; DI LUZIO, M. & ARNOLD, J. ARCSWAT 2.3.4 interface for SWAT2005: User's guide. Grassland, Soil and Water Research Laboratory/Agricultural Research Service/Blackland Research Center - Texas/Agricultural Experiment Station, 2009. 494p.
11. WMO – World Meteorological Organization. World Weather Information Service 2010: Brasília; 2010. <http://www.worldweather.org/136/c00290.htm> [acessado 11 novembro 2010].