



Variação diária do fluxo de calor no solo em floresta sazonalmente inundável no norte do Pantanal Mato-grossense ⁽¹⁾.

Rosângela Madalena Ferreira⁽²⁾; Vanessa Rakel de Moraes Dias⁽³⁾ Luciana Sanches⁽⁴⁾; Fernando da Silva Sallo⁽⁵⁾; Osvaldo Borges Pinto Junior⁽⁶⁾, José de Souza Nogueira⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT.

⁽²⁾Química, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Tangará da Serra, MT, rosangela_madalena@hotmail.com; ⁽³⁾Química, UNEMAT, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, vrmdias@hotmail.com; ⁽⁴⁾Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, UFMT; ⁽⁵⁾Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, UFMT; ⁽⁶⁾Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, UFMT, e Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Cuiabá (UNIC); ⁽⁷⁾Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, UFMT.

RESUMO: O objetivo deste trabalho de pesquisa foi analisar a variação diária do fluxo de calor no solo (G), assim como do conteúdo de água no solo e temperatura no solo em uma área de floresta sazonalmente inundável no Pantanal Mato-grossense em 2014. Por meio de medições no campo foi possível verificar uma variação no dia médio mensal de G com valores negativos durante o período noturno e positivo durante o dia em função da sua relação com temperatura do ar e com a sazonalidade de inundação da região, e principalmente com a variação térmica da floresta.

Termos de indexação: balanço de energia, cambarazal, *Vochysia divergens* Pohl, planícies de inundação.

INTRODUÇÃO

O Pantanal é uma das maiores planícies de inundação do mundo, sendo um bom exemplo da complexidade hidrológica das zonas alagadas (Junk et al., 2006), cobrindo uma área de cerca de 140.000 km² na bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, estendendo por todo oeste do Brasil e partes da Bolívia e do Paraguai, composto por uma gama de floresta tropical e cerrado. Devido a sua dimensão e biodiversidade, este ecossistema possui importância significativa nas trocas gasosas e de massas entre a atmosfera e a biosfera.

O saldo de radiação e o fluxo de calor no solo (G) são os dois mais importantes componentes do balanço de energia da superfície terrestre. Isso é porque a diferença entre eles é o primário termo para evapotranspiração. O solo deriva seu calor quase inteiramente a partir do Sol e perde muito do que por radiação para a atmosfera. A radiação é dissipada em quatro diferentes caminhos: re-radiação para a atmosfera, calor latente da evaporação da água no solo, aumento na temperatura da superfície do solo e através da condução. Uma pequena parte é absorvida pelas

plantas verdes pelas atividades de fotossíntese (Kakane, 2004).

O fluxo de calor no solo é um componente importante do balanço de energia de superfície, e sua estimativa está envolvido em todas as análises da camada limite atmosférica e experimentos terrestres que envolvem a interação superfície-atmosfera (Kun & Jie, 2008).

Muitas pesquisas tendem a concentrar-se em superfícies vegetadas por causa do interesse agrícola ou/e ao monitoramento sustentável de ecossistemas, entretanto pouca atenção tem sido dada ao fluxo de calor no solo, devido ao custo de sua medição diante de todas as demais variáveis micrometeorológicas envolvidas em um monitoramento (Heusinkveld et al., 2004).

Entretanto, muitas vezes as medições precisas do fluxo de calor no solo são negligenciadas em estudos de balanço energético. Porque, por exemplo, em ecossistemas com altas taxas de fluxo de calor sensível, estes valores de G são omitidos e podem levar a erros nos cálculos de balanço de energia, assim não devendo ser negligenciadas (Priante Filho et al., 2004). Neste contexto, o objetivo deste trabalho de pesquisa foi analisar a variação diária do fluxo de calor no solo, assim como do conteúdo de água no solo e temperatura no solo em uma área de floresta sazonalmente inundável no Pantanal Mato-grossense em 2014.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e descrição da área em estudo

O estudo foi realizado em uma floresta com dominância de *Vochysia divergens* Pohl, conhecida localmente como Cambarazal (16°29'S, 56°25'O, coordenadas de referência) com área de aproximadamente 115.000 m², na região norte do Pantanal Mato-grossense. A floresta está localizada no Parque Baía das Pedras da Estância Ecológica do Serviço Social do Comércio (SESC) – Pantanal no município de Poconé, Mato Grosso, Brasil, a



aproximadamente 160 km² da capital de Cuiabá, MT (Figura 1).

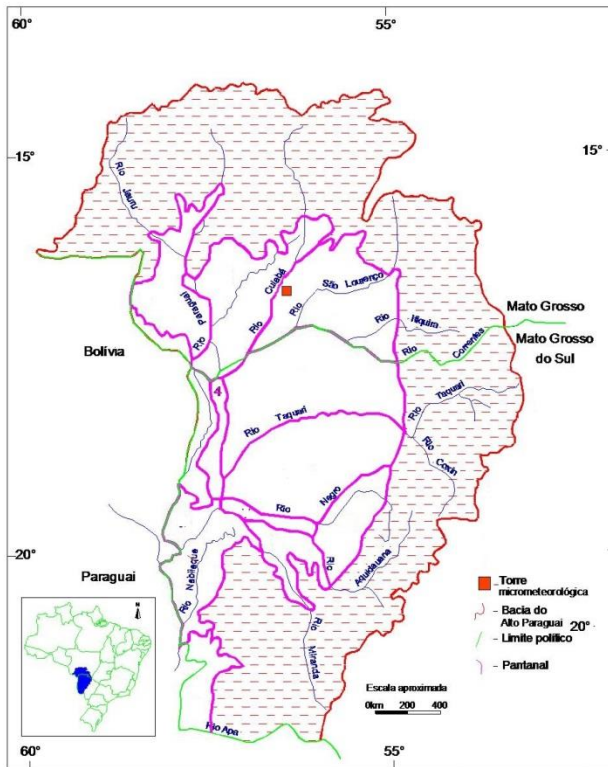


Figura 1 – Localização da floresta sazonalmente inundável com dominância de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal Mato-grossense.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é tropical úmido tipo Aw, caracterizado por ser quente e úmido com chuvas no verão e estiagem no inverno. A precipitação pluviométrica oscila entre 800 e 1400 mm ano⁻¹, em 2014 a precipitação acumulada foi 1754 mm ano⁻¹. A média anual de temperatura do ar oscila entre um máximo de 29 a 32°C e um mínimo de 17 a 20°C.

O solo nesta área varia entre franco argiloso e argiloso e como argiloso e muito argiloso na superfície 0-10 cm, e considerando sua profundidade até 1,70 m varia entre argiloso e franco-argiloso. O relevo é plano apresentando leve em 40 cm.

Medição das variáveis meteorológicas e auxiliares

Abaixo da copa da floresta foi monitorada a temperatura do ar (°C) por meio de um termohigrômetro (HMP 45C, Vaisala Inc. Helsinki Filand) instalado a 4 m de altura do solo em uma torre metálica, adjacente à torre foram monitorados o conteúdo de água e a temperatura do solo por

meio de um refletômetro no domínio do tempo (mod. CS650 Campbell, USA), e o fluxo de calor no solo por dois fluxímetros (mod. Hukseflux HFP01-15, USA) instalados a 30 cm da profundidade do solo. O armazenamento dos dados foi realizado em intervalos de 30 minutos, por um datalogger (modelo CR1000, Campbell Scientific, Logan, Utah, USA).

As variações diárias das variáveis foram resumidas como dia médio mensal, ou seja, foram realizadas as médias horárias calculadas a cada 30 min em função das medidas armazenadas (por exemplo, das 9:00 as 9:30), possibilitando a análise de um dia médio característico para cada mês do ano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fluxo de calor no solo (G) apresentou variação em seu ciclo diário em função dos meses, apresentando maior amplitude entre os valores máximos e mínimos nos meses em que o solo não esteve inundado (Figura 2A). Os valores de G variaram entre 9 a -9 W m^{-2} . O G foi negativo durante o período noturno, e positivo durante o período diário indicando que a superfície transmite energia para as camadas mais profundas do solo, e quando retorna a ser negativo volta a perder calor para a atmosfera novamente.

No geral, o componente do fluxo de calor no solo no balanço de energia de uma superfície vegetada é geralmente muito pequeno (no período diário, por exemplo representa de 5-15% do saldo de radiação, e no período noturno 50% do saldo de radiação) (Stull, 1988). Em uma floresta a variação de G durante o dia é dirigida principalmente pela temperatura do ar (Bastable et al., 1993), o que pode ser observado no presente estudo, em que coincidir com a maior amplitude de temperatura do ar com a maior amplitude de G .

O Conteúdo de Água no Solo (CAS) apresentou menor amplitude entre os máximos e mínimos valores. E durante o período de inundação, o CAS permaneceu constante no valor de $0,525 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ devido ao limite máximo considerado pelo sensor com relação à saturação de água no solo (Figura 2B). A média mínima mensal do CAS foi $0,436 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ em outubro.

Com relação às temperaturas do ar a 3 m do solo e do solo, observou-se menor variação com relação a temperatura do solo (Figura 2C). Pesquisas tem demonstrado interesse em estudar as relações entre a temperatura do solo e do ar devido as estimativas de modelagem matemática de mudanças climáticas, embora os mecanismos de estimativa exatos momento-a-momento de



transporte de calor sejam complicados devido a condução de calor em diferentes meio, atmosfera e solo (Bartlett et al., 2006).

CONCLUSÕES

Conclui-se uma variação do dia médio mensal do fluxo de calor de solo (G) com valores negativos durante o período noturno e positivo durante o dia em função da sua relação com temperatura do ar e com a sazonalidade de inundação da região, e principalmente com a variação térmica da floresta.

AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa foi desenvolvida com suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso – FAPEMAT, com suporte adicional da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, e com suporte logístico da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT e da Estância Ecológica SESC Pantanal.

REFERÊNCIAS

BARTLETT, M. G., CHAPMAN, D. S., HARRIS, R. N. A Decade of Ground–Air Temperature Tracking at Emigrant Pass Observatory, Utah. *J. Climate*, 19, 3722–3731, 2006. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI3808.1>

BASTABLE, H. G., SHUTTLEWORTH, W. J., DALLAROSA, R.L.G., FISH, G., NOBRE, C. A. Observations of climate, albedo and surface radiation over cleared and undisturbed Amazonian forest *International Journal of Climatology* 13: 783-796, 1993.

HEUSINKVELD B. G., JACOBS, A. F. G., HOLTSLAG, A.A.M., BERKOWICZ, S.M Surface energy balance closure in an arid region: role of soil heat flux *Agricultural and Forest Meteorology* 122: (2004) 21–37, 2004. doi:10.1016/j.agrformet.2003.09.005.

JUNK, W. J., C. N. CUNHA, K. M. WANTZEN, P. PETERMANN, C. STRÜSSMANN, M. I. MARQUES, J. ADIS. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences* 68: 278-309, 2006.

KAKANE, V. C. K. Soil Heat Flux – Net radiation relations for some surfaces. *West African Journal of Applied Ecology* 5: 21-19, 2004.

KUN, Y., JIE, M. W. A temperature prediction-correction method forestimating surface soil heat flux from soil temperature and moisture data *Science in China Series D: Earth Sciences* 51(5): 721-729, 2008.

PRIANTE FILHO, N.; VOURLITIS, G.L.; HAYASHI, M.M.S.; NOGUEIRA, J.S. de, CAMPELO JR, J.H.; NUNES, P.C.; SANCHES, L.; COUTO, E.G.; HOEGER, W.; RAITER, F.; TRIENWEILER, J.L.; MIRANDA, E.J.; PRIANTE, P.C.; PEREIRA, L.C.; BIUDES, M.S.; FRITZEN, C.L.; LACERDA, M.; SULI, G.S.; SHIRAIWA, S.; SILVEIRA, M. Comparison of the mass and energy exchange of a pasture and a mature transitional tropical forest of the southern Amazon Basin during a seasonal transition. *Global Change Biology* 10: 863-876, 2004.

STULL, R. B. *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 666 pp., 1988.

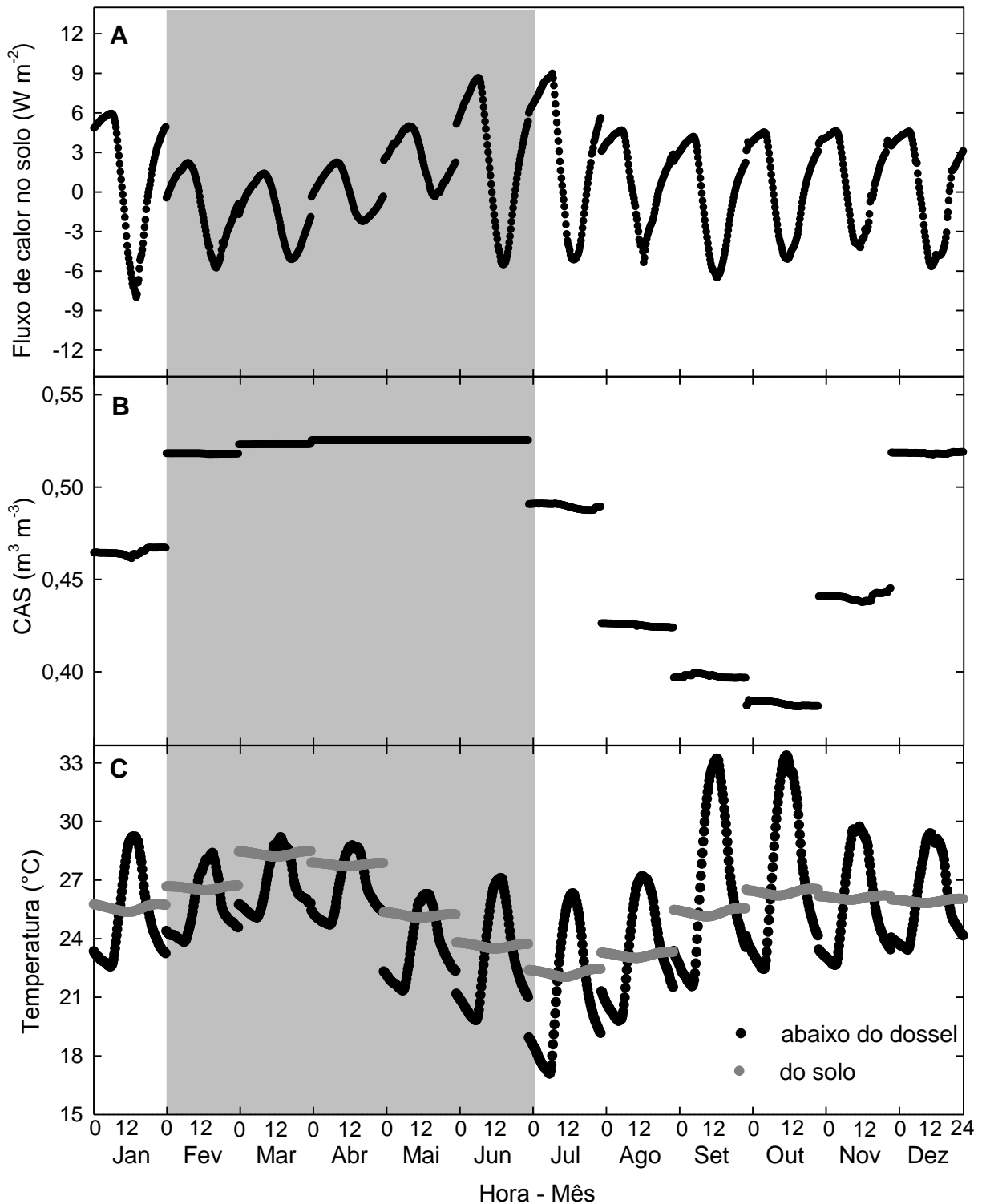


Figura 2 – Dia médio mensal do (A) Fluxo de calor no solo ($W m^{-2}$), (B) Conteúdo de água no solo (CAS, $m^3 m^{-3}$), (C) temperatura abaixo do dossel e do solo ($^{\circ}C$) em floresta com dominância de *V. divergens* sazonalmente inundada no Pantanal Mato-grossense. O sombreado cinza indica o período de inundação em 2014.