

UNIR FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR
 CAMPUS JI-PARANÁ DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL **DEA**
 Departamento de Engenharia Ambiental

Efeitos da mudança da cobertura da terra na evapotranspiração e vazão de pequenas bacias na Bacia do Alto Xingu, Brasil Central

Discentes: Bruna Teodoro de Almeida
 Nicly Cunha
 Patrick Prates Bastos
 Renan Berto
 Yasmin Luísa

Docente: Renata Gonçalves Aguiar

Ji-Paraná/RO
 24/04/2018

AUTORES

Livia Cristina Pinto Dias: Graduação em Engenharia Ambiental(2011) Mestrado em Meteorologia Agrícola(2013) Doutorado em Meteorologia Aplicada(2017)Universidade Federal de Viçosa Minas Gerais.

Márcia N. Macedo: Graduação em Biologia pela Duke University(1998) Mestrado em Biologia da Conservação e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Maryland(2001) Doutorado em Ecologia e Ciências Ambientais pela Columbia University.

Marcos Heil Costa: Graduação em Engenharia Agrícola(Universidade Federal de Viçosa) Mestrado em Meteorologia Agrícola (UFV)Ph.D em Climatologia pela Universidade de Winsconin-Madison

Michael T. Coe
Christopher Neill

Qualis :Ciências Ambientais A2
Fator de Impacto: 3,17

2

INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica

- Maior remanescente da Terra;
- Alto índice de desmatamento.

- Bacia do Xingu

- Leste da Região Amazônica;
- 5º maior afluente da Amazônia;
- Mato Grosso, Pará, Amazonas.

área de drenagem 500.000 km²
 vazão média anual 8.000 m³.¹

3

280.000 km² floresta tropical

INTRODUÇÃO

- Alto Xingu

Taxas de Desmatamento

↓

35% DA FLORESTA ORIGINAL CONVERTIDA EM PASTAGEM E CULTURA DA SOJA ATÉ 2010

(Leite et al., 2011; Macedo e cols. , 2012; Morton et al., 2006).

5

INTRODUÇÃO

Mudanças generalizadas na vegetação

- ✓ Modificação da Hidroclimatologia do Alto Xingu
- ✓ Aumento da vazão média anual
- ✓ Mudança na cobertura da terra
- ✓ Mudança na hidrologia

6

INTRODUÇÃO

Devido ao interesse em se compreender o papel da mudança na cobertura vegetal no sistema hidrológico, foram desenvolvidos modelos capazes de descrever os fluxos de água entre solo-planta-atmosfera.

Vantagens em se utilizar modelos:

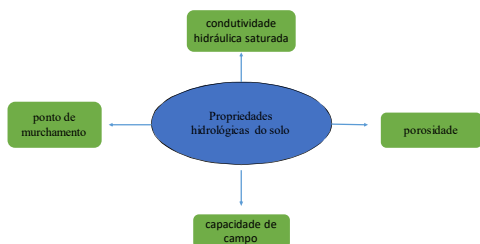
- A possibilidade de se examinar separadamente os processos de superfície (evapotranspiração, escoamento superficial e drenagem profunda)
- Simular as consequências, não somente históricas, mas também futuras, do desmatamento sobre o balanço regional de água.

INTRODUÇÃO

Modelos de superfície terrestre (LSM) têm sido utilizados para simular o comportamento do sistema hidrológico em diversas escalas no Brasil central (Coe et al., 2011; Panday et al., 2015; Pongratz et al., 2006) e Amazônia (Coe et al., 2009; Costa e Foley, 1997).

INTRODUÇÃO

A precisão dos resultados simulados é fundamentalmente dependente dos parâmetros escolhidos.



INTRODUÇÃO

Este estudo apresenta uma combinação de medições de campo e resultados de simulação de modelos para o Alto Xingu, focados em três objetivos principais:

- 1) Análise dos dados de rendimento de água coletados nas captações de floresta tropical e soja para entender os efeitos da mudança da cobertura da terra na dinâmica hídrica regional;



INTRODUÇÃO

- 2) Determinação do melhor conjunto de propriedades hidrológicas do solo para simular o particionamento da precipitação anual em evapotranspiração e descarga em microbacias florestais e de soja;



INTRODUÇÃO

- 3) investigação das diferenças na evapotranspiração anual e vazão em floresta tropical, cerrado, bacias de lavoura e soja no Alto Xingu.



MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Fazenda Tanguro

- 80.000 hectares, localizada na Bacia do Alto Xingu, no Mato Grosso, Brasil mostrada na figura abaixo.

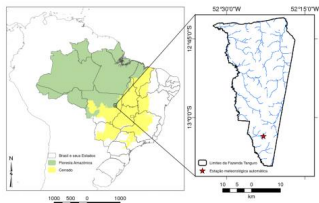


Figura: Localização Fazenda Tanguro e da estação meteorológica automática (EMA)

13

MATERIAIS E MÉTODOS

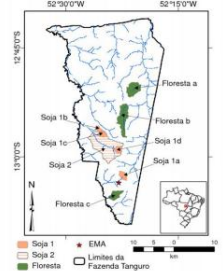


Figura: Localização das microbacias na Fazenda Tanguro com coberturas de floresta tropical e soja. Soja 1 define as microbacias de primeira ordem e Soja 2 define a bacia de segunda ordem.

14

MATERIAIS E MÉTODOS

Topografia plana

Latossolo

55% de areia,

→

2% de silte

→

43% de argila

(Hayhoe et al., 2011; Scheffler et al., 2011)

15

MATERIAIS E MÉTODOS

Histórico da cobertura do solo

1980

- 32.000 ha desmatados e convertidos em gramíneas de pastagem.

2004-2008

- Pastagens convertidas em produção mecanizada de soja

16

MATERIAIS E MÉTODOS

Dados de descarga e meteorológicos

A descarga foi medida em doze bacias localizadas inteiramente na Fazenda Tanguro de setembro de 2007 a dezembro de 2010.

5 bacias de floresta

A descarga foi estimada com base nos dados do nível de água por hora, seguindo os métodos descritos em Hayhoe et al. (2011).

17

MATERIAIS E MÉTODOS

- Dados: temperatura, umidade, velocidade do vento, precipitação e radiação solar.
- Medidos na estação meteorológica, entre janeiro de 2007 e dezembro de 2011.
- **Utilização dos modelos AgroIBIS e INLAND**
- O AgroIBIS é uma versão modificada do IBIS capaz de simular características fenológicas e fisiológicas das culturas (Kucharik and Twine, 2007; Kucharik, 2003).
- O INLAND é modelo Integrado de Processos de Superfície Terrestre

18

MATERIAIS E MÉTODOS

Para cada cobertura do solo (floresta, cerrado, pastagem e soja), avaliamos quatro conjuntos de parâmetros hidráulicos do solo para identificar a combinação que fornece a menor diferença entre dados simulados e valores médios observados para florestas e soja (Tabela 1)

Tabela 1 Parâmetros de areia e argila do solo usados nas simulações A (todos os parâmetros de Cosby et al., 1984), B (KS de Scheffler et al., 2011; outros parâmetros de Cosby et al., 1984), C (todos os parâmetros de Campbell e Norman, 1998) e D (KS de Scheffler et al., 2011; outros parâmetros de Campbell e Norman, 1998). s, porosidade (m³m⁻³); ? fc, capacidade de campo (m³m⁻³); w wp, ponto de murchamento (m³m⁻³); b, expoente "b" de Campbell; • ad, potencial de entrada de ar (mfH₂O); e KS, condutividade hidráulica saturada (m s⁻¹).

Simulation	Land Cover	e _s	e _{fc}	e _{wp}	b	Ψ _{at}	KS
A	All	0.411	0.284	0.194	9.7	0.18	4.638 × 10 ⁻⁶
	Forest/Cerrado	0.411	0.242	0.194	9.7	0.18	1.565 × 10 ⁻⁴
	Pasture	0.411	0.262	0.194	9.7	0.18	2.781 × 10 ⁻⁵
B	Forest	0.411	0.260	0.194	9.7	0.18	3.189 × 10 ⁻⁵
	Cerrado	0.430	0.339	0.239	6.0	0.29	3.333 × 10 ⁻⁷
	Pasture	0.430	0.339	0.239	6.0	0.29	1.565 × 10 ⁻⁴
C	Forest	0.430	0.339	0.239	6.0	0.29	2.781 × 10 ⁻⁵
	Cerrado	0.430	0.339	0.239	6.0	0.29	3.189 × 10 ⁻⁵
	Pasture	0.430	0.339	0.239	6.0	0.29	3.189 × 10 ⁻⁵

19

RESULTADOS

A vazão média anual observada de setembro de 2008 a agosto de 2010 foi aproximadamente três vezes maior nas bacias de soja do que nas bacias hidrográficas mostrado na tabela a seguir.

Tabela 2 Média de escoamento total observado (R_{obs}), coeficiente de escoamento superficial (C) e área de seis bacias de soja e quatro bacias hidrográficas na Fazenda Tanguru. Soja 1 e Floresta 1 são bacias hidrográficas de primeira ordem; Soja 2 e Floresta 2 são bacias de segunda ordem. Capturas que se sobrepõem com Hayhoe et al. (2011) são indicados com um asterisco.

Land cover	R _{obs} (mm yr ⁻¹)	C	Drainage area (km ²)
Soy 1a	470.9	0.36	3.7
Soy 1b	994.6	0.76	2.3
Soy 1c	457.3	0.35	2.5
Soy 1d	441.8	0.34	4.1
Soy 1e	125.1	0.10	5.6
Soy 2	719.0	0.55	27.1
Mean	534.8	0.41	-
Forest 1a	238.1	0.18	8.4
Forest 1b	45.8	0.04	12.7
Forest 1c	78.5	0.06	5.2
Forest 2	415.9	0.32	15.2
Mean	194.6	0.15	-

20

RESULTADOS

A vazão média anual observada de setembro de 2008 a agosto de 2010 foi aproximadamente três vezes maior nas bacias de soja do que nas bacias hidrográficas mostrado na tabela a seguir.

Tabela 2 Média de escoamento total observado (R_{obs}), coeficiente de escoamento superficial (C) e área de seis bacias de soja e quatro bacias hidrográficas na Fazenda Tanguru. Soja 1 e Floresta 1 são bacias hidrográficas de primeira ordem; Soja 2 e Floresta 2 são bacias de segunda ordem. Capturas que se sobrepõem com Hayhoe et al. (2011) são indicados com um asterisco.

Land cover	R _{obs} (mm yr ⁻¹)	C	Drainage area (km ²)
Soy 1a	470.9	0.36	3.7
Soy 1b	994.6	0.76	2.3
Soy 1c	457.3	0.35	2.5
Soy 1d	441.8	0.34	4.1
Soy 1e	125.1	0.10	5.6
Soy 2	719.0	0.55	27.1
Mean	534.8	0.41	-
Forest 1a	238.1	0.18	8.4
Forest 1b	45.8	0.04	12.7
Forest 1c	78.5	0.06	5.2
Forest 2	415.9	0.32	15.2
Mean	194.6	0.15	-

19

RESULTADOS

A vazão média anual observada de setembro de 2008 a agosto de 2010 foi aproximadamente três vezes maior nas bacias de soja do que nas bacias hidrográficas mostrado na tabela a seguir.

Tabela 2 Média de escoamento total observado (R_{obs}), coeficiente de escoamento superficial (C) e área de seis bacias de soja e quatro bacias hidrográficas na Fazenda Tanguru. Soja 1 e Floresta 1 são bacias hidrográficas de primeira ordem; Soja 2 e Floresta 2 são bacias de segunda ordem. Capturas que se sobrepõem com Hayhoe et al. (2011) são indicados com um asterisco.

Land cover	R _{obs} (mm yr ⁻¹)	C	Drainage area (km ²)
Soy 1a	470.9	0.36	3.7
Soy 1b	994.6	0.76	2.3
Soy 1c	457.3	0.35	2.5
Soy 1d	441.8	0.34	4.1
Soy 1e	125.1	0.10	5.6
Soy 2	719.0	0.55	27.1
Mean	534.8	0.41	-
Forest 1a	238.1	0.18	8.4
Forest 1b	45.8	0.04	12.7
Forest 1c	78.5	0.06	5.2
Forest 2	415.9	0.32	15.2
Mean	194.6	0.15	-

20

RESULTADOS

A vazão média anual observada de setembro de 2008 a agosto de 2010 foi aproximadamente três vezes maior nas bacias de soja do que nas bacias hidrográficas mostrado na tabela a seguir.

Tabela 2 Média de escoamento total observado (R_{obs}), coeficiente de escoamento superficial (C) e área de seis bacias de soja e quatro bacias hidrográficas na Fazenda Tanguru. Soja 1 e Floresta 1 são bacias hidrográficas de primeira ordem; Soja 2 e Floresta 2 são bacias de segunda ordem. Capturas que se sobrepõem com Hayhoe et al. (2011) são indicados com um asterisco.

Land cover	R _{obs} (mm yr ⁻¹)	C	Drainage area (km ²)
Soy 1a	470.9	0.36	3.7
Soy 1b	994.6	0.76	2.3
Soy 1c	457.3	0.35	2.5
Soy 1d	441.8	0.34	4.1
Soy 1e	125.1	0.10	5.6
Soy 2	719.0	0.55	27.1
Mean	534.8	0.41	-
Forest 1a	238.1	0.18	8.4
Forest 1b	45.8	0.04	12.7
Forest 1c	78.5	0.06	5.2
Forest 2	415.9	0.32	15.2
Mean	194.6	0.15	-

21

RESULTADOS

A vazão média anual observada de setembro de 2008 a agosto de 2010 foi aproximadamente três vezes maior nas bacias de soja do que nas bacias hidrográficas mostrado na tabela a seguir.

Tabela 2 Média de escoamento total observado (R_{obs}), coeficiente de escoamento superficial (C) e área de seis bacias de soja e quatro bacias hidrográficas na Fazenda Tanguru. Soja 1 e Floresta 1 são bacias hidrográficas de primeira ordem; Soja 2 e Floresta 2 são bacias de segunda ordem. Capturas que se sobrepõem com Hayhoe et al. (2011) são indicados com um asterisco.

Land cover	R _{obs} (mm yr ⁻¹)	C	Drainage area (km ²)
Soy 1a	470.9	0.36	3.7
Soy 1b	994.6	0.76	2.3
Soy 1c	457.3	0.35	2.5
Soy 1d	441.8	0.34	4.1
Soy 1e	125.1	0.10	5.6
Soy 2	719.0	0.55	27.1
Mean	534.8	0.41	-
Forest 1a	238.1	0.18	8.4
Forest 1b	45.8	0.04	12.7
Forest 1c	78.5	0.06	5.2
Forest 2	415.9	0.32	15.2
Mean	194.6	0.15	-

22

RESULTADOS

As estações seca e chuvosa foram bem separadas, com a estação chuvosa ocorrendo entre setembro e abril e a estação seca entre maio e agosto (Fig. 2)

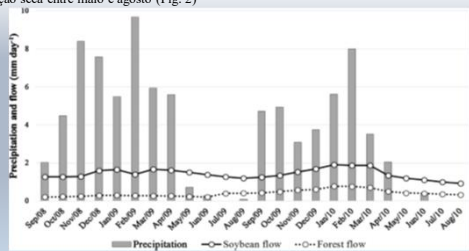


Fig.2 Precipitação e média do escoamento total diário das microbacias florestais e de soja no Alto Xingu (período de setembro 2008 e agosto de 2010).

RESULTADOS

As estações seca e chuvosa foram bem separadas, com a estação chuvosa ocorrendo entre setembro e abril e a estação seca entre maio e agosto (Fig. 2)

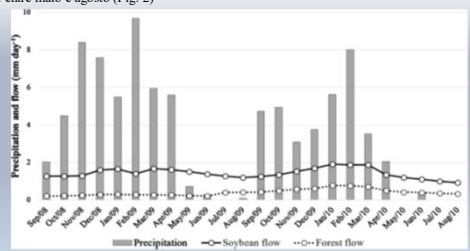
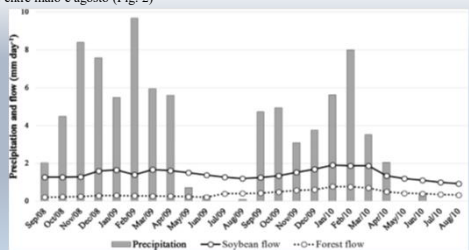


Fig.2 Precipitação e média do escoamento total diário das microbacias florestais e de soja no Alto Xingu (período de setembro 2008 e agosto de 2010).

RESULTADOS

As estações seca e chuvosa foram bem separadas, com a estação chuvosa ocorrendo entre setembro e abril e a estação seca entre maio e agosto (Fig. 2)



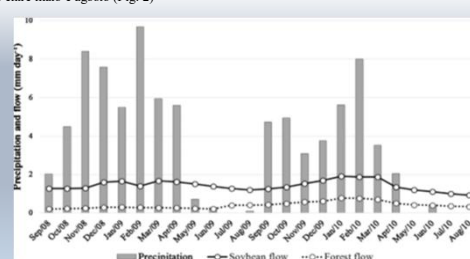
Coefficiente de escoamento 0,41

$\sigma = 0,20$

Fig.2 Precipitação e média do escoamento total diário das microbacias florestais e de soja no Alto Xingu (período de setembro 2008 e agosto de 2010).

RESULTADOS

As estações seca e chuvosa foram bem separadas, com a estação chuvosa ocorrendo entre setembro e abril e a estação seca entre maio e agosto (Fig. 2)



Coefficiente de escoamento 0,15

$\sigma = 0,11$

Fig.2 Precipitação e média do escoamento total diário das microbacias florestais e de soja no Alto Xingu (período de setembro 2008 e agosto de 2010).

RESULTADO SIMULADO

Diferença entre a precipitação total média

+

Soma dos componentes do equilíbrio hídrico (evapotranspiração, escoamento superficial, escoamento subsuperficial)

Varição líquida média no armazenamento de águas subterrâneas

RESULTADO SIMULADO

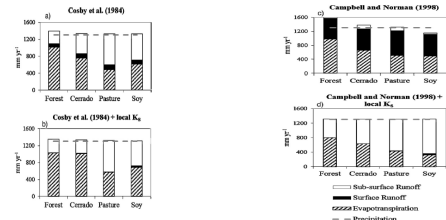


Fig.3 Balanço hídrico simulado com diferentes parâmetros hidráulicos do solo. A diferença entre a precipitação total média (1301 mm yr⁻¹, linha tracejada) e a soma dos três componentes simulados do balanço hídrico é a variação líquida armazenamento de águas subterrâneas. Simulações com (A) todos os parâmetros estimados usando Cosby et al. (1984); (B) KS medido na Fazenda Tangaro por Scheffler et al. (2011) e os demais parâmetros estimados por Cosby et al. (1984); (C) os valores de Campbell e Norman (1998) foram utilizados para todos os parâmetros; e (D) KS medido na Fazenda Tangaro por Scheffler et al. (2011) e Campbell e Norman (1998) valores nos outros parâmetros.

RESULTADO SIMULADO

- ✓ A evapotranspiração simulada foi 39% menor em comparação com ecossistemas de floresta tropical e cerrado.
- ✓ O escoamento médio anual foi o dobro do da cobertura florestal.
- ✓ A vazão média anual simulada, considerando os quatro tipos de uso da terra, nos ecossistemas de soja e pastagens foi 114% maior que na floresta e cerrado.
- ✓ O escoamento superficial simulado foi maior nos ecossistemas agrícolas que nos ecossistemas naturais. Conforme demonstra a Tabela (3)

31

RESULTADO SIMULADO

Tabela 3
 Balanço hídrico previsto pela simulação B (KS de Scheffler et al., 2011; outros parâmetros de Cosby et al., 1984) para o período de setembro de 2008 e agosto de 2010 (mm ano⁻¹). A precipitação média neste período foi de 1301 mm ano⁻¹.

	Evapotranspiration	Surface runoff	Subsurface runoff	Total runoff	Net change in groundwater storage
Forest	1024.7	0.2	322.3	322.5	-46.7
Cerrado	1009.5	0.2	324.9	325.1	-34.1
Mean	1017.1	0.2	323.6	323.8	-40.4
Pasture	567.3	5.5	744.2	749.7	-16.6
Soy	678.5	43.3	594.3	637.6	-15.6
Mean	622.9	24.4	669.3	693.7	-16.1

32

DISCUSSÃO

Conversão de floresta tropical ou cerrado em pastagens ou soja, alterara a divisão das chuvas em evapotranspiração e vazão.

Substituição da vegetação nativa por outras terras cobre substancialmente o aumento da produção de água.

Fluxo médio anual observado foi três vezes maior nas captações de soja do que nas bacias hidrográficas.

33

DISCUSSÃO

Evapotranspiração foi 1025mm/ano para floresta e 1010mm/ano para cerrado.

O artigo demonstrou que a simulação da evapotranspiração para floresta e cerrado estava dentro do intervalo daqueles previamente relatados na literatura

As florestas tropicais e os cerrados exibem, evapotranspiração similar em áreas de transição, uma vez que ambos foram limitados pelo mesmo clima e disponibilidade de água durante as simulações.

34

DISCUSSÃO

Entre abril e agosto de cada ano, a quantidade de precipitação foi menor do que a soma da evapotranspiração e do escoamento total conforme a figura 5.

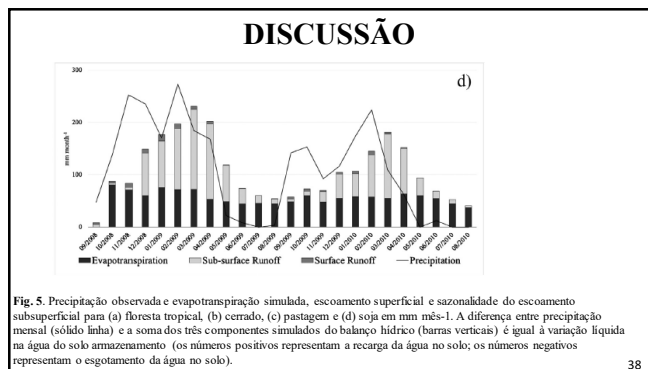
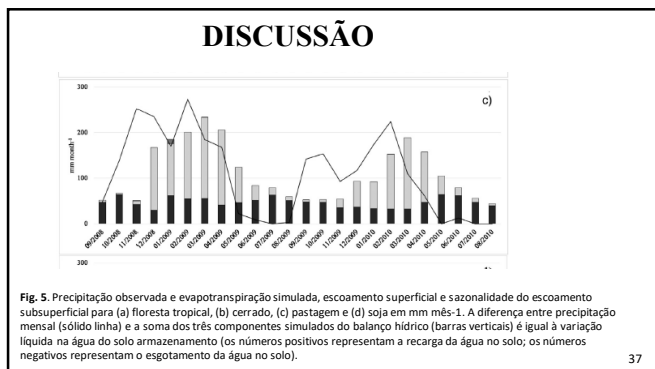
Fig. 5. Precipitação observada e evapotranspiração simulada, escoamento superficial e sazonalidade do escoamento subsuperficial para (a) floresta tropical, (b) cerrado, (c) pastagem e (d) soja em mm mês⁻¹. A diferença entre precipitação mensal (sólido linha) e a soma dos três componentes simulados do balanço hídrico (barras verticais) é igual à variação líquida na água do solo armazenamento (os números positivos representam a recarga da água no solo; os números negativos representam o esgotamento da água no solo).

35

DISCUSSÃO

Fig. 5. Precipitação observada e evapotranspiração simulada, escoamento superficial e sazonalidade do escoamento subsuperficial para (a) floresta tropical, (b) cerrado, (c) pastagem e (d) soja em mm mês⁻¹. A diferença entre precipitação mensal (sólido linha) e a soma dos três componentes simulados do balanço hídrico (barras verticais) é igual à variação líquida na água do solo armazenamento (os números positivos representam a recarga da água no solo; os números negativos representam o esgotamento da água no solo).

36



CONCLUSÃO

- Conversão da vegetação natural em agricultura modifica substancialmente os componentes do balanço hídrico em pequenas bacias hidrográficas no Alto Xingu.
- A vazão média nas bacias de soja era cerca de três vezes maior do que as captações florestais, enquanto a amplitude anual média do fluxo observado era mais do que duas vezes maior na soja do que nas áreas de floresta.

CONCLUSÃO

Estudos futuros podem investigar se as consequências do aumento da produção de água em bacias hidrográficas podem ser detectadas em bacias hidrográficas de maior ordem e como esses distúrbios cumulativos podem comprometer a saúde econômica e ambiental da Bacia do Rio Xingu

REFERENCIAS

Andréassian, V., 2004. Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. *J. Hydrol.* 291, 1–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2003.12.015>.

Bakli, J.K., Nepstad, D.C., Brando, P.M., Curran, L.M., Portela, O., de Carvalho, O., Lefebvre, P., 2008. Negative fire feedback in a transitional forest of southeastern Amazonia. *Glob. Chang. Biol.* 14, 2276–2287. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01655.x>.

Ball, J.T., Woodrow, I.E., Berry, J.A., 1987. A model predicting stomatal conductance and its contribution to the control of photo-synthesis under different light conditions. In: Biggins, J. (Ed.), *Progress in Photosynthetic Research*. Springer, Netherlands, Dordrecht, pp. 221–224.

Campbell, G.S., Norman, J.M., 1998. *An Introduction to Environmental Biophysics*, 2nd. ed. Springer, New York, NY. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-1626-1>.

Coe, M.T., Costa, M.H., Soares-Filho, B.S., 2009. The influence of historical and potential future deforestation on the streamflow of the Amazon River – Land surface processes and atmospheric feedbacks. *J. Hydrol.* 369, 165–174. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.02.043>.

Coe, M.T., Latrubesse, E.M., Ferreira, M.E., Amsler, M.L., 2011. The effects of deforestation and climate variability on the stream-flow of the Araguaia River, Brazil. *Biogeochem.* 105, 119–131. <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-011-9582-2>.

Coe, M.T., Matthews, T.R., Costa, M.H., Galbraith, D.R., Greenglass, N.L., Imbuzeiro, H.M.A., Levine, N.M., Malhi, Y., Moorcroft, P.R., Muza, M.N., Powell, T.L., Saleska, S.R., Solorzano, L.A., Wang, J., 2013. Deforestation and climate feedbacks threaten the ecological integrity of south-southeastern Amazonia. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 368, 20120155. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0155>

