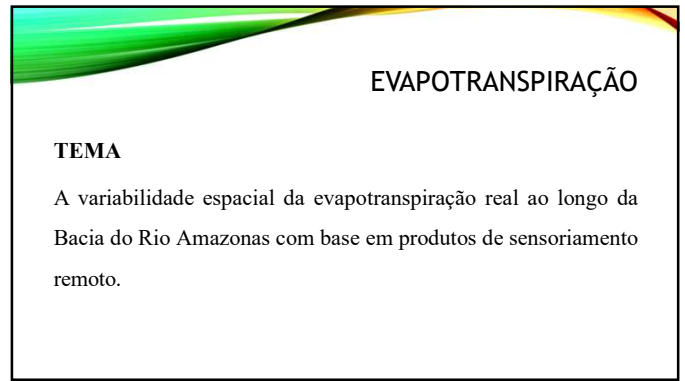
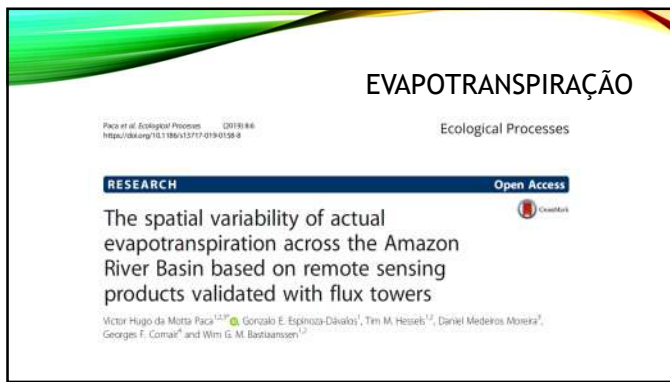


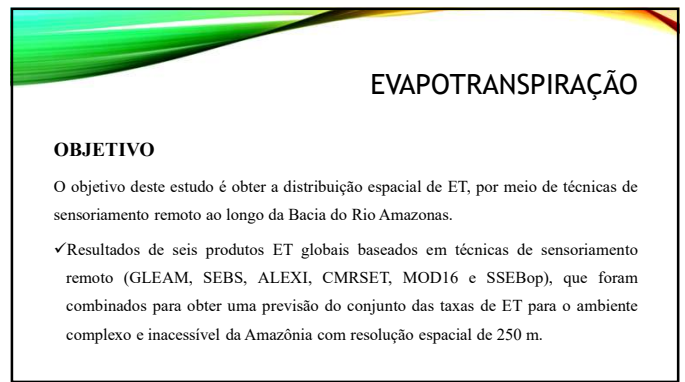
1



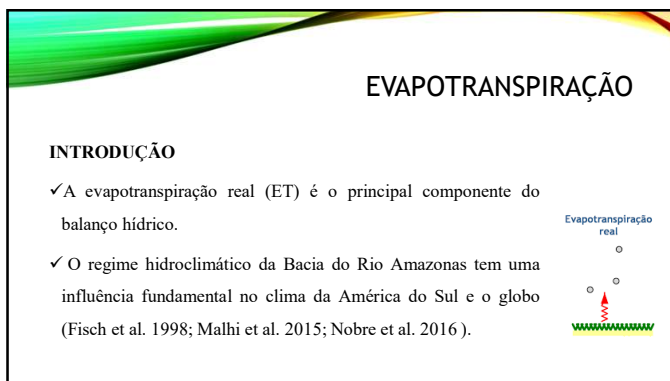
2



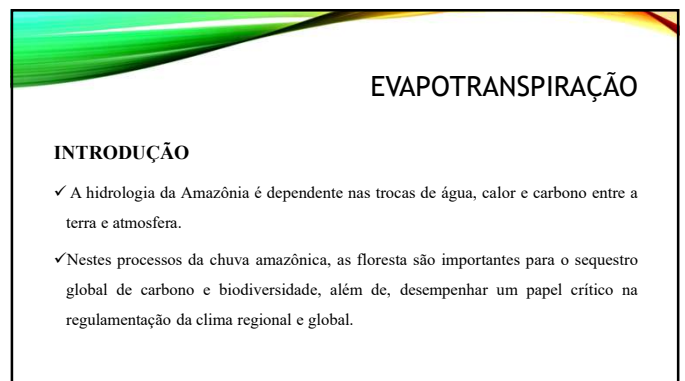
3



4



5



6

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### INTRODUÇÃO

- ✓ Nos últimos anos, a hidrologia foi caracterizada por grandes flutuações em anos úmidos e secos.
- ✓ Grandes inundações ocorreram durante 2009, 2012, 2014 e 2015.
- ✓ Em contraste, 2005 e 2010 foram caracterizados por secas severas.

7

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ A Bacia do Rio Amazonas cobre  $6,1 \times 10^6$  km<sup>2</sup> e estende-se por mais de sete países.
- ✓ As porcentagens de cada país abrangidos pela bacia são os seguintes: Brasil (63%), Peru (16%), Bolívia (12%), Colômbia (5,6%), Equador (2,3%), Venezuela (0,8%) e Guiana (0,3%) (Villar 2009).

8

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ A precipitação média anual na Bacia amazônica com base em pluviômetros é 2.460mm/ano (CPRM 2011).
- Áreas com alta precipitação ocorrem no encosta da Cordilheira dos Andes (6000 mm/ano) e próximo o litoral da região Nordeste do Amapá (4000 mm/ano).
- A precipitação mínima é de 600mm/ano, e ocorre no planalto central brasileiro.

9

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

Figura 1:

- ✓ Limites da rede hidrográfica obtida a partir do Banco de dados do ORE-HYBAM;
- ✓ Localização de duas estações climatológicas cujos dados foram obtidos no SISDAGRO / INMET (pontos marrons); e
- ✓ E os sete fluxos conforme localização das torres do projeto LBA (triângulos pretos).

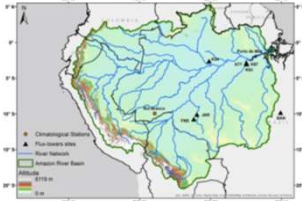


Fig. 1. Localização da Bacia do Rio Amazonas. A altitude é obtida do USGS Digital Elevation Model (USGS, 2004).

10

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ A taxa de ET real é impulsionada principalmente por variáveis como, umidade do solo e índice de área foliar.
- ✓ A referência evapotranspiração (ET<sub>0</sub>) integra dados climáticos como cobertura de nuvens, radiação solar, temperatura, umidade do ar, e a velocidade do vento em um único parâmetro, que é traçado contra a chuva para as duas estações climatológicas (Fig. 2).

11

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ Distribuição mensal da precipitação e a referência padrão da evapotranspiração de emergência (ET<sub>0</sub>), figura 2.
- ✓ Duas estações principais são observadas: (1) a estação chuvosa começando de dezembro a maio; e (2) a estação seca de Junho a novembro.

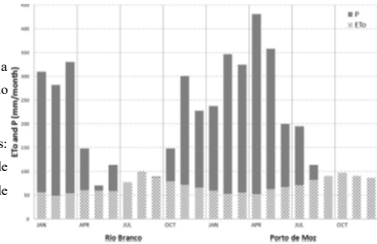


Fig. 2. Valores médios de precipitação mensal (P) e evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) para o período de 2011 a 2013 no Rio Branco (esquerda) e Porto de Muz (estação à direita) (fonte: INMET, 2017).

12

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

Banco de dados de torres de fluxo LBA

- ✓ Os fluxos do LBA durante o período de 2003 a 2013 foram usados para comparação da verdade do terreno. Os dados são apenas parcialmente acessível através do site <https://daac.ornl.gov>, para o período de 1999 a 2006 e para quatro estações.
- ✓ Os três conjuntos de dados restantes foram adquiridos do contato os investigadores principais.

13

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

Banco de dados de torres de fluxo LBA

- ✓ A descrição das torres de fluxo locais e duração dos registros de dados ET são apresentados na tabela a seguir.
- ✓ O site de Manaus (K34) é uma área de floresta primária a 60 km de Manaus. Esta torre de fluxo tem o maior registro série de dados cobrindo um período de 23 meses. Do disponíveis, 14 foram utilizados para este estudo, uma vez que 9 meses foram antes de janeiro de 2003.

14

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

**Table 1** Flux tower sites in the Amazon River Basin and period of available data for the present study

Tower code	Location	Vegetation type	Lat, Lon	Tower height (m)	Period of available data for this study	Effective months available
K34	Manaus, Manaus	Primary forest	-2.203, -59	39	1996/2006	23
K67	Itaú, Santarém	Primary forest	-2.257, -54.929	63	2006/2011	26
K77	Itaú, Santarém	Agriculture field	-3.02, -54.894	18	2001/2004	5
K83	Itaú, Santarém	Primary forest	-3.038, -54.971	64	2001/2003	12
BAN	Tocantins, Itaó de Renalva	Cerrado and pasture	-8.824, -50.159	40	2003/2006	18
FNS	Rondônia, Churu-Petropolis Oeste	Pasture	-10.270, -62.367	8	2006/2010	10
JAR	Rondonia, Jirapirã	Primary forest	-10.083, -60.901	63	2004/2009	27

15

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

Banco de dados de torres de fluxo LBA

- ✓ Três estações de torres de fluxo, estão localizadas no Estado do Pará (Santarém) da qual, a estação K77 e a estação K83 estão desativadas e K67 continua coletando dados.
- ✓ Os dados coletados de K67 durante 2008 a 2011 foram usados para o estudo de sensoriamento remoto atual.
- ✓ Estas três torres de fluxo estavam todas, dentro de um raio de 18 km.

16

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

Banco de dados de torres de fluxo LBA

- ✓ A torre de fluxo BAN está localizada no Estado do Tocantins e foi desmontada, mas foram colhidos dados suficientes para o período 2003 a 2006, que estavam disponíveis para o propósito deste estudo.
- ✓ As torres de fluxo Rebio-Jaru (JAR) e Fazenda Nossa Senhora (FNS) estão localizadas no Estado de Rondônia, mas apenas o fluxo de calor latente foi incluído neste estudo. Ambos estações ainda estão funcionando.

17

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ A distância entre as setes estações é grande e consequentemente, seus ecossistemas, condições físicas da superfície da terra e a climatologia diferem enormemente, o que contribui para obter uma imagem regional de fluxos de ET.
- ✓ Todas as torres de fluxo são baseadas emo método da covariância turbulenta.

18

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ Os fluxos turbulentos e o perfis verticais de concentração de CO<sub>2</sub>, umidade do ar e ar, a temperatura é medida acima do dossel em alturas ranging entre 8 e 64 m acima do nível do solo.
- ✓ A longa exposição ao trovão tempestades e desaparecimento de painéis solares e baterias levou inevitavelmente a períodos de dados perdidos. O que torna uma limitação para validar produtos ET mensais com produtos de tecnologias de sensoriamento remoto.

19

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ Apenas meses com 70% dos conjuntos de dados completos, ou mais, foram incluídos para a validação deste estudo.
- ✓ O local de fluxo JAR, com 27 meses de dados, foi o que mais forneceu as séries temporais completas.
- ✓ Os fluxos da superfície da terra são acoplados por meio do equação de equilíbrio de energia de face:  $\lambda E = R_n - H - G$

20

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ De acordo com von Randow et al. (2004), os fluxos  $\lambda E$  diretos, estão subestimando ET para pastagens e florestas, portanto, devem ser interpretados com cautela a medição do fluxo diretamente.
- ✓ As medições de fluxo do K34, forneceu 23 meses de registros de dados, dos quais 7 meses foram 100% completos, 8 meses com 85% (ou seja, 15% de registros perdidos), e outros 8 meses com 70% dados disponíveis (ou seja, 30% de registros ausentes).
- ✓ As taxas mensais de ET na floresta primária, variaram de 72 e 141 mm/mês.

21

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ A K67 está localizado em um tipo de floresta tropical úmida primária, então havia 25 meses disponíveis para a análise e apenas 19 meses continha registros de dados completos e os demais meses tinha 85% dados completos.
- ✓ As taxas mensais de ET variaram entre 64 e 132 mm/mês.

22

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ A torre de fluxo K77 está localizada em um campo agrícola e teve 9 meses de séries de dados 100% completas.
- ✓ Três meses tiveram 85% de completude e 5 meses estavam disponíveis após o ano de 2003 para comparação com o ET na Amazonia.
- ✓ As taxas de TE variaram entre 66 e 151 mm/mês.

23

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ O K83 está localizado na Amazônia oriental e teve 5 meses de registros de dados de ET utilizáveis, com 70% do conjunto de dados de fluxo total diários completos.
- ✓ Os valores mensais de ET medidos variou entre 126 e 159 mm/mês.

24

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ A BAN está localizada na bacia do Rio Tocantins, fora dos limites do Bacia do Rio Amazonas.
- ✓ A BAN teve 1 mês com 100% conjuntos de dados completos, 6 meses com 85% e 11 meses com conjuntos de dados de 70%.
- ✓ Por causa da inclusão de uma vegetação com zona de transição com pastagens e savana, esta estação foi uma opção atraente para adicionar para validação do Produto ET Amazonia.

25

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### MATERIAS E MÉTODOS

- ✓ Os sites FNS e JAR forneceram diretamente medições de  $\lambda E$  (equilíbrio de energia de face) de ambas as torres de fluxo.
- ✓ O FNS mostrou a menor ET, 85 mm/mês, registrada em fevereiro de 2009 e o maior valor foi de 135 mm/mês em março de 2010.

26

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### RESULTADOS E CONCLUSÃO

- ✓ A Validação de ET a partir de produtos em ambientes complexos, continua a ser um desafio, apesar dos grandes esforços feitos pelos pesquisadores da comunidade internacional do LBA.
- ✓ A conclusão geral desta verificação de controle de qualidade é que as medições de ET-Amazônia têm consideráveis incertezas.

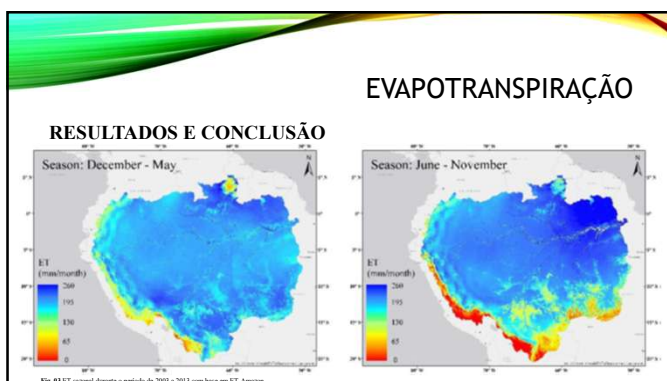
27

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### RESULTADOS E CONCLUSÃO

- ✓ Em menor tempo de escalas, as medições de campo tornam-se ainda mais incertas. Isso representa uma limitação para a validação de ET-Amazônia, mas continua em linha com a qualidade do dados de fluxo adquiridos em outros locais de fluxo.
- ✓ O menor fechamento do balanço de energia foi 86% (K34) e os mais elevados 116% (K77), o que é aceitável pela comunidade científica internacional, mas implica praticamente que todos os exercícios de validação são um pouco fraco.

28



29

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### RESULTADOS E CONCLUSÃO

- ✓ Temos a comparação de tempo integrando de valores de ET-Amazônia e ET medidos pelas torres de fluxo.
- ✓ Os resultados apresentados são valores acumulados de ET-Amazônia com 2 meses ou mais, para cada um dos três fechamentos métodos.
- ✓ O período máximo de medida contínua é de 10 meses.

30

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO**

**RESULTADOS E CONCLUSÃO**

- ✓ Sem qualquer calibração, o correlação do coeficiente de ação, inclinação e RMSE foram 0.974, 1.003 e 91.7 mm por períodos mais longos (2 a 10 meses), respectivamente.
- ✓ Para períodos mensais, foram encontrados 0.991, 0.847 e 20.8 mm

31

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO**

**RESULTADOS E CONCLUSÃO**

- ✓ As medidas de fluxo ET integrada, tiveram uma correção de viés de 0,3% apenas, sem qualquer calibração a priori do ET-Amazon.
- ✓ O ET-Amazon também foi verificado na escala da bacia do rio e mostrou uma diferença de 4,6% apenas.

32

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO**

**RESULTADOS E CONCLUSÃO**

- ✓ A congruência com a torre de fluxo local, com dados de balanço hídrico à escala da bacia, sugere-se que o ET ao mapear suas estatísticas por país e uso da terra são confiáveis.
- ✓ Conclui-se, portanto, que este novo produto de sensoriamento remoto é justificável.

33

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO**

**RESULTADOS E CONCLUSÃO**

- ✓ Os resultados do produto ET-Amazon também foram em comparação com três outros produtos de ET, de última geração, frequentemente usados para estudos ecológicos e hidrológicos.
- ✓ Seus valores de ET foram sistematicamente subestimados, eles tiveram um resolução, e o padrão espacial não era óbvio.
- ✓ Um fator plausível para o mau desempenho é que o treinamento em medições de fluxo principalmente da Europa e dos EUA não pode ser usado fora de seu contexto geográfico específico.

34

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO**

**RESULTADOS E CONCLUSÃO**

- ✓ Uma limitação do ET-Amazon é que ele fornece apenas valores mensais e não indica quais produtos ET foram usados para o conjunto de dados final.
- ✓ Os autores verificaram que muitas vezes a maioria dos modelos ET formam a base da camada final de ET.

35

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO**

**RESULTADOS E CONCLUSÃO**

- ✓ A ET-Amazonia é uma nova evapotranspiração a partir do produto de sensoriamento remoto, que facilita a descrição da superfície terrestre e os processos hidrológicos em um dos maiores rios do mundo sistemas que ainda são mal compreendidos.
- ✓ ET-Amazon era criado pela média linear de seis produtos ET existentes. Esta é uma metodologia simples, mas eficaz para calcular a média das incertezas relacionadas a um único modelo de ET.

36

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### RESULTADOS E CONCLUSÃO

- ✓ O ambiente com poucos dados não permitia o desenvolvimento de um conjunto mais sofisticado de previsão de ET usando um conhecimento priori.
- ✓ A estimativa de evapotranspiração por sensoriamento remoto capacita a implementação de estruturas como, contabilidade de água, o que pode levar à melhoria da estabilidade do fluxo do rio local companheiros em bacias não calibradas e práticas de gestão de água na Bacia do Rio Amazonas.

37

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

### RESULTADOS E CONCLUSÃO

- ✓ Este estudo mostra o quantidade de água consumida por processos agroecológicos para cada governo, autoridades locais de água e *não* governamentais *Organizações governamentais* (ONGs) residentes ao longo da bacia do Rio Amazonas.
- ✓ O uso de ET-Amazon irá melhorar muito o previsão dos impactos das mudanças no uso da terra durante os períodos das chuvas, avaliando e prevendo o fluxo do rio e inundações.
- ✓ Todos esses dados podem ser encontrados em: [www.wateraccounting.org](http://www.wateraccounting.org).

38

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO

**Obrigada!!!**



39