



Faculdade de Meteorologia



Universidade Federal do Pará



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NAIANA MILENA OLIVEIRA GOMES

VARIABILIDADE MÉDIA DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO DOS MESES DE OUTUBRO DE 2016 E JANEIRO DE 2017 SOB A INFLUÊNCIA DA EXCLUSÃO ARTIFICIAL DA ÁGUA DA CHUVA NO SÍTIO EXPERIMENTAL DO PROJETO ESECAFLOR/LBA.

Nº 405

**Belém-PA
Fevereiro – 2017**

NAIANA MILENA OLIVEIRA GOMES

**VARIABILIDADE MÉDIA DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO DOS
MESES DE OUTUBRO DE 2016 E JANEIRO DE 2017 SOB A INFLUÊNCIA DA
EXCLUSÃO ARTIFICIAL DA ÁGUA DA CHUVA NO SÍTIO EXPERIMENTAL DO
PROJETO ESECAFLOR/LBA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, como cumprimento e requisito às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Antônio Carlos Lôla da Costa.

**Belém-PA
Fevereiro - 2017**

FICHA

NAIANA MILENA OLIVEIRA GOMES

**VARIABILIDADE MÉDIA DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO DOS
MESES DE OUTUBRO DE 2016 E JANEIRO DE 2017 SOB A INFLUÊNCIA DA
EXCLUSÃO ARTIFICIAL DA ÁGUA DA CHUVA NO SÍTIO EXPERIMENTAL DO
PROJETO ESECAFLOR/LBA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, como cumprimento e requisito às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Data de aprovação: ___/___/_____

Conceito: _____

Banca Examinadora:

Prof. Antônio Carlos Lôla da Costa - Orientador
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. João de Athaydes Silva Junior - Membro
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará

Prof. Hernani José Brazão Rodrigues - Membro
Doutor em Meteorologia Agrícola
Universidade Federal do Pará

“Aos meus pais Ana e Jeremias, pelo grande exemplo de vida e amor. Aos meus queridos avós Teresinha e Manoel Batista (In memória), por todo amor e carinho”

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus pelo dom da vida e por ter me mostrado que nada é impossível e ao meu anjo da guarda por te iluminado nesta caminhada difícil. A minha mãe Ana Lúcia, por todo amor, carinho, força, afeto e conselhos valiosos. Ao meu pai Jeremias por todo amor e carinho sacrifício por sempre me deixar na UFPA, para que eu não chegasse atrasada nas aulas. Ao meu irmão Jefferson pelas brincadeiras e momentos de descontração que só a gente entende (coisas de irmão). Aos meus avós, Teresinha e Manoel Batista (In memória) que sempre acreditaram em mim e pelo reconhecimento desde sempre. A minha melhor amiga Hewelin Maia pela amizade, pelas gargalhadas e piadas sem graça, pela força e por sempre estar disposta a ajudar no que pode. Ao meu orientador Antônio Carlos Lola, pela valiosa orientação, paciência e pela grande ajuda na execução deste trabalho, contribuindo para meu desenvolvimento profissional. Ao professor João de Athaydes, pela orientação por sempre está disposto a ajudar e pelo apoio neste trabalho. Aos meus colegas de turma (meteorologia 2013), Ornella, Vinícius, Letícia, Eduardo, Brenda, Andrezza, Cleyton, Carol e Menezes pelo companheirismo, brincadeiras e momentos incríveis. Ao ministério de Música Rosas & Olivais, pela oportunidade de evangelizar a palavra de Deus através da música e por me proporcionar momentos especiais. A todos que de alguma forma colaboraram para execução deste trabalho.

“A Fé não está no corpo que se inclina,
mas está na alma do que crê!”
Anjos de Resgate

RESUMO

O presente estudo tem como principal objetivo avaliar a variabilidade da infiltração média de água no solo, nos meses de outubro de 2016 (menos chuvoso) e janeiro de 2017 (chuvoso). A Floresta Nacional de Caxiuanã está localizada no município de Melgaço no Nordeste do Estado do Pará e possui uma área de 322.400,00 hectares. Foi criada em 1961. Suas coordenadas geográficas são: latitude 1° 43' S, longitude 51° 32' W. Na FLONA de Caxiuanã a precipitação total anual é 2045,8 mm, com o mês de abril sendo o mais chuvoso, com acumulado mensal de 313,8 mm, enquanto que no mês mais seco (setembro), a precipitação mensal é 40,8 mm de acordo com a climatologia de precipitação do período de 1981 a 2016. Foi utilizado o sensor CS615 para análises da taxa de infiltração instantânea e umidade do solo dos meses de outubro de 2016 e novembro de 2017. O experimento ESECAFLOR constitui-se em uma simulação de seca na floresta para avaliar o impacto que esta seca prolongada nos fluxos de água e dióxido de carbono em uma floresta tropical amazônica, investigando a exclusão de água no solo sobre o ciclo da floresta e as alterações provocadas pelo evento, simulando um fenômeno comparado com El Niño. Os resultados desta pesquisa indicaram que o efeito da sazonalidade da região é maior na parcela de controle (PA) quando comparado com a parcela de exclusão (PB) influenciando tanto na infiltração de água no solo quanto na umidade do solo.

Palavras-chave: Precipitação. Esecaflo. El Niño.

ABSTRACT

The present study has as main objective to evaluate the variability of the average infiltration of water in the soil, in the months of October 2016 (less rainy season) and January 2017 (rainy season). The National Forest of Caxiuanã is located in the municipality of Melgaço in the Northeast of the State of Pará and has an area of 322,400.00 hectares. It was created in 1961. Its geographical coordinates are: latitude 1° 43 'S, longitude 51° 32' W. In FLONA de Caxiuanã the total annual rainfall is 2045.8 mm, with the month of April being the rainiest, with monthly accumulation of 313.8 mm, while in the driest month (September), the monthly precipitation is 40.8 mm according to the precipitation climatology of the period from 1981 to 2016. The CS615 sensor was used for analysis of the instantaneous infiltration rate and soil moisture from the months of October 2016 and November 2017. The ESECAFLO experiment is a simulation of drought in the forest to evaluate the impact of this prolonged drought on the water and carbon dioxide fluxes in an Amazon forest, investigating the exclusion of soil water in the forest cycle and the changes caused by the event. Phenomenon compared to El Niño. The results of this research indicated that the effect of the seasonality of the region is higher in the control portion (PA) when compared to the exclusion portion (PB) influencing so much the soil water infiltration how much the soil moisture.

Key words: Precipitation. Esecaflor. El Niño.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Localização geográfica de Caxiuanã.....	18
Figura 02 - Variabilidade mensal da precipitação pluvial na FLONA de Caxiuanã.....	19
Figura 03 - Parcela de controle (PA) do Projeto ESECAFLORE.....	20
Figura 04 - Parcela de exclusão (PB) do Projeto ESECAFLORE.....	21
Figura 05 - Instrumento refletômetro de domínio temporal (TDR).....	22
Figura 06 - Poço utilizado para medições do conteúdo de água no solo.....	22
Figura 07 - Modelo infiltrômetro de inundação.....	23
Figura 08 - Comportamento médio da umidade do solo nos meses de outubro de 2016 e janeiro de 2017 das parcelas de controle e exclusão do projeto ESECAFLORE.....	25
Figura 09 - Velocidade média instantânea de infiltração no solo no mês de janeiro de 2017 nas parcelas de controle e exclusão ESECAFLORE.....	26
Figura 10 - Velocidade média instantânea de infiltração no solo no mês de outubro de 2016 nas parcelas de controle e exclusão ESECAFLORE.....	27

LISTA DE SIGLAS

TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFPA	Universidade Federal do Pará
PA	Pará
ECFPn	Estação Científica Ferreira Pena
ESECAFLOR	Estudo da Seca na Floresta
FLONA	Floresta Nacional
LBA	Experimento de Grande Escala Biosfera-Atmosfera na Amazônia
ENSO	El Niño Oscilação Sul
PA	Parcela de Controle
PB	Parcela de Exclusão
TDR	Refletrômetro de Domínio Temporal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Infiltração de água no solo	15
3.2 Infiltrômetro de Anel	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Caracterização do local de estudo	17
4.2 Projeto ESECAFLOR/LBA	19
4.3 Umidade do solo	21
4.4 Infiltração de água no solo	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Umidade do solo	24
5.2 Infiltração de água no solo	25
6 CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico é definido pela circulação da água, na qual é evaporada dos oceanos e continentes e assim transforma-se em parte da dinâmica da atmosfera. Segundo Lima (1996), a água precipitada pode ser interceptada pela vegetação, escoar pela superfície, ou poderá infiltrar-se no solo na qual pode ser absorvida pelas plantas. A parcela da água da chuva que é interceptada pela vegetação é componente importante no ciclo hidrológico (FRANKEN, 1992).

A infiltração é o fenômeno na qual a água penetra da superfície para o interior do solo. Este processo tem uma grande importância no sentido prático, pois influencia diretamente o escoamento superficial, que é integrante do ciclo hidrológico que está responsável pelos processos de erosão e inundações. Segundo Sales et al. (1999), por circunstância de uma precipitação ou irrigação, a velocidades de infiltração é máxima no início do evento e decresce aceleradamente, dependendo das condições em que o solo se encontra. Segundo Paixão et al. (2005), um estudo aprofundado da taxa de infiltração é indispensável para definição de técnicas de conservação, planejamento e drenagem do solo, além dos sistemas de irrigação tal como a colaboração na composição de imagens mais reais do papel da retenção de água e aeração no solo. Entre as propriedades físicas do solo, a infiltração é uma das mais importantes quando se estudam fenômenos que estão ligados ao movimento de água entre estes a infiltração e a redistribuição (CARVALLO, 2000).

Segundo Dantas et al. (2006), a interceptação causada pela cobertura florestal sofre uma diminuição no acumulado total de água proveniente da chuva que atinge a superfície do solo, influenciando no processo do escoamento superficial e infiltração que sustenta os lençóis subterrâneos e a quantidade de água no solo, sensibilizando a vegetação por meio de seu crescimento e manutenção. Segundo (OLIVEIRA et al., 2008) o conhecimento sobre a informação da água interceptada pela vegetação (folhas e ramos) é de fundamental importância, pois a falta de informações destes dados pode levar ao erro refletindo, por exemplo, nas medições reais do total de água, que contribui para a umidade disponível no solo. Assim como a outra parte da água

da chuva passará pelos troncos até atingir a superfície do solo. Portanto este conjunto de informações sobre a interceptação compõe o total hídrico disponível no solo.

A maior floresta tropical úmida do mundo é a floresta Amazônica, na qual é importante para o nosso ecossistema global, onde parte dela está localizada no Brasil. Esse bioma concentra metade da vida na terra e abriga também a maior rede fluvial onde há maior parte de água doce disponível (DUARTE, 2011). A floresta tropical é de grande importância para o equilíbrio do clima global e ajuda a moderar a temperatura. É nas florestas que acontece a absorção de dióxido de carbono (CO_2). A floresta tropical é caracterizada por árvores de grande porte e precisam de chuvas excessivas e bem distribuídas ao longo do ano, com pequenos períodos de estiagem, onde ainda ocorrem chuvas isoladas, do tipo convectiva, bastante intensa e com pouca duração. (COSTA, 2007).

Os solos sob florestas possuem as melhores condições de infiltração de água, assim as florestas são consideradas como fonte fundamental para o suprimento de água para os aquíferos. E com a presença de cobertura vegetal a infiltração de água para o interior do solo se torna maior, tendo como resultado um abastecimento melhor do lençol freático.

Molion (1985), afirma que com a remoção da cobertura vegetal, o impacto mecânico das gotas de chuva decompõe a estrutura superficial do solo. As partículas menores resultantes selam os poros, diminuindo a infiltração. Ao mesmo tempo, a precipitação que era interceptada pela folhagem, passa a atingir diretamente o solo, provocando o aumento do escoamento superficial, que pelo excesso de água que ocorre logo após a chuva intensa sofre um deslocamento pela superfície do terreno e, conseqüentemente, a erosão.

O objetivo deste estudo é analisar a possível influência da redução da umidade do solo sobre a variabilidade média mensal da taxa de infiltração de água no solo no sítio experimental do projeto ESECAFLOR/LBA.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é analisar a possível influência da redução da umidade do solo sobre a variabilidade média mensal da taxa de infiltração de água no solo do sítio experimental do Projeto ESECAFLORE.

2.2 Objetivos específicos

- Estudar a variabilidade da taxa de infiltração instantânea de água no solo nas parcelas de controle e exclusão;
- Analisar a variabilidade da umidade do solo nas parcelas de controle e exclusão;
- Estudar o efeito da sazonalidade na taxa de infiltração de água no solo entre as parcelas de controle e exclusão;
- Estudar o efeito da sazonalidade da umidade do solo entre as parcelas de controle e exclusão;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Infiltração de água no solo

A infiltração é definida como a passagem de água da superfície para o interior do solo, constituindo-se num dos mais importantes processos que compõem o ciclo hidrológico por ser fator determinante da disponibilização de água para as culturas, da recarga dos aquíferos subterrâneos, da ocorrência e magnitude do escoamento superficial e do manejo do solo e da água (CECÍLIO, 2002). Para a medição da infiltração de água, é necessário a utilização de técnicas capazes de representar adequadamente as condições naturais do solo, desta forma é fundamental a adoção de métodos e modelos que determinem a infiltração com base em condições iguais às observadas em campo (CUNHA et al., 2015).

Os infiltrômetros são os equipamentos mais empregados na determinação da taxa de infiltração de água no solo, sendo o infiltrômetro de anel e o simulador de chuva os mais utilizados em estudos hidrológicos (BRANDÃO et al., 2006). Segundo Costa (1999) alguns estudos mostram que os valores da capacidade de infiltração do solo, obtida pelos anéis infiltrômetros, são sempre superiores que os estipulados pelo simulador de chuvas.

A compreensão e estudo da capacidade de armazenamento de água no solo, assim como os fluxos que acontecem tanto na superfície, a exemplo da infiltração e evaporação, quanto na profundidade do solo (drenagem interna), são de suma importância quando se refere a drenagem, irrigação, erosão, elementos químicos e etc. (PINHEIRO, 2009).

3.2 Infiltrômetro de Anel

Segundo (GONDIM, 2010), a velocidade de infiltração de água no solo, pode ser entendida como a rapidez que a água infiltra da superfície para o interior do solo, expressa por uma unidade indicativa pela altura da lâmina d'água ou pelo volume de água infiltrada em um determinado tipo de solo por unidade de tempo como mm h^{-1} , cm h^{-1} , ou L s^{-1} .

Gondim (2010) em um experimento realizou um estudo sobre a infiltração de água no solo em um solo com influência da cobertura vegetal de braquiária, na qual foi utilizado o método do infiltrômetro de anel. Os resultados obtidos mostram que tanto a infiltração acumulada e a velocidade de infiltração podem ser obtidas pelo infiltrômetro de anel, que se mostrou simples e prático durante o período avaliado além da velocidade de infiltração básica que se apresentou bastante elevada, pois a textura do solo é arenosa.

Costa et al. (1999) analisaram dois métodos de determinação da capacidade de infiltração de água no solo, utilizando o infiltrômetro de aspersão tipo de simulador de chuva e de anéis concêntricos, em um solo Latossolo Roxo com textura argilosa. Os resultados encontrados mostraram que os métodos apresentam valores divergentes. Como mostrou o resultado da capacidade de infiltração obtida pelo simulador de chuva mostrando-se inferior em relação ao método dos anéis, devido a precipitação combinada com o escoamento superficial. O que alerta a ter uma atenção maior na escolha do infiltrômetro a ser utilizado no trabalho, para obtenção de dados confiáveis.

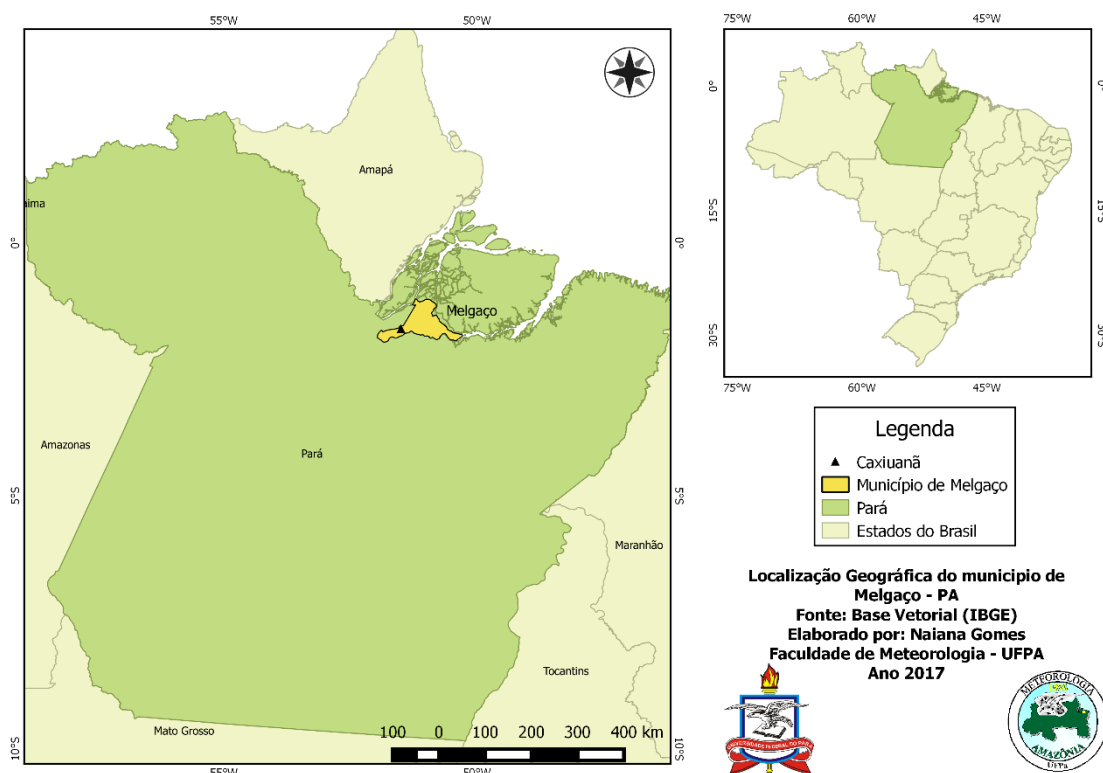
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local de estudo

Neste trabalho foram utilizados dados de infiltração de água no solo referente aos meses de outubro de 2016 (menos chuvoso) e janeiro de 2017 (chuvoso), provenientes do sítio experimental onde está situado na Estação Científica Ferreira Pena (ECFPn) do Projeto ESECAFLO, cujas coordenadas geográficas são de latitude 01° 42' 30" S, longitude 51° 31' 45" W, situada na Floresta Nacional de Caxiuanã (FLONA), Pará, Brasil (Figura 01). Gerenciada pelo Museu Paraense Emílio Goeldi, a qual está localizada a Oeste do Estado do Pará, no município de Melgaço, distante 400 km de Belém. O clima da região se traduz como tropical úmido do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen (MORAES et al., 1997).

Segundo (COSTA et al., 2007), Caxiuanã apresenta um solo que vai de bem a moderadamente drenado e desprivilegiado em nutrientes, com cor amarelo-escuro (10 YR, 3/6) a vermelho amarelado (7,5 YR, 6/6). Com perfil constituído de areia e/ou argila caulinítica, interpolado com um horizonte laterítico. Onde a região denota um relevo plano (relativamente) que suporta um Latossolo Amarelo, com origem terciária e profunda, com característica marcante a acidez.

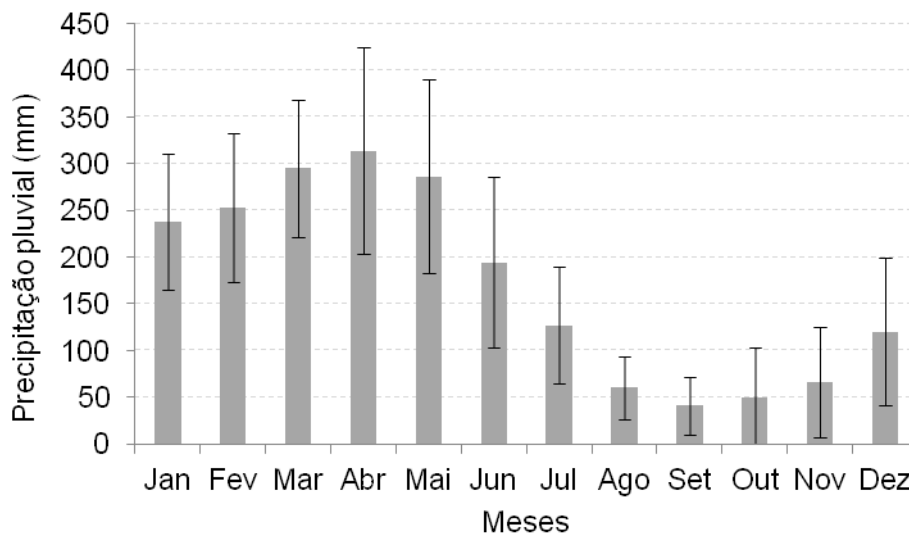
Figura 01- Localização geográfica de Caxiuanã



Fonte: Da autora

Em Caxiuanã as chuvas têm distribuição regular durante o ano com uma sazonalidade bem definida, conforme ilustrado na Figura 02, com um total anual médio de 2.045,8 mm. Segundo Silva Junior et al. (2013) e Oliveira (2008), existe uma sazonalidade de precipitação bem definida na Estação Científica Ferreira Pena (ECFPn), situando o período chuvoso de dezembro a junho, com acumulado de 1.701,4 mm correspondente a 83,2% da precipitação total, e o período menos chuvoso compreendido entre os meses de junho e novembro, com acumulado de 344,4 mm, apresentando 16,8%, de acordo com a climatologia de precipitação no período de 1981 a 2016.

Figura 02 – Variabilidade mensal da precipitação pluvial na FLONA de Caxiuanã no período de 1981 a 2016.



Fonte: Da autora.

4.2 Projeto ESECAFLOR/LBA

O Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia, LBA) é uma iniciativa internacional de pesquisa liderada pelo Brasil. O LBA está planejado para gerar novos conhecimentos, necessários à compreensão do funcionamento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico da Amazônia, do impacto das mudanças dos usos da terra nesse funcionamento e das interações entre a Amazônia e o sistema biofísico global da terra. Com objetivos focados em duas questões principais que serão abordadas através de pesquisa multidisciplinar, integrando estudos de ciências físicas, químicas, biológicas e humanas.

O Experimento ESECAFLOR consiste na simulação de um período de seca na floresta para avaliar o impacto da seca prolongada nos fluxos de água e dióxido de carbono em uma floresta tropical amazônica, investigando a exclusão de água no solo sobre o ciclo da floresta, e as alterações provocadas pelo evento, algo semelhante à influência de um fenômeno EL NINO. Segundo (COSTA; FOLEY, 2000) a ocorrência de El Niño/Oscilação Sul (ENSO) provoca consequências drásticas na Amazônia brasileira, sobretudo na redução das

chuvas tropicais. Em sua estrutura física o ESECAFLOR é composto por duas parcelas (A e B), de 1 hectare cada. Estas áreas são delimitadas por trincheiras cavadas com profundidades variando de 50 a 150 cm. A parcela A (Figura 03) é usada como referência para os experimentos realizados na parcela B (Figura 04), onde está sendo feita a exclusão de água da chuva, com a utilização de cerca de 5.000 painéis plásticos instalados a uma altura de 1,5 a 4 metros de altura acima do solo. Estas parcelas são mantidas constantemente limpas, com substituição de painéis com o plástico danificado pela queda de galhos, frutos e eventualmente árvores. Existem outros estudos que é desenvolvido dentro do Projeto ESECAFLOR, a exemplo do fluxo de seiva, fotossíntese, respiração do solo, biomassa aérea e subterrânea, decomposição e queda de liteira, entre outros.

Figura 03- Parcela de controle (PA) do Projeto ESECAFLOR



Fonte: Museu Goeldi (2011).

Figura 04- Parcela de exclusão (PB) do Projeto ESECAFLOR



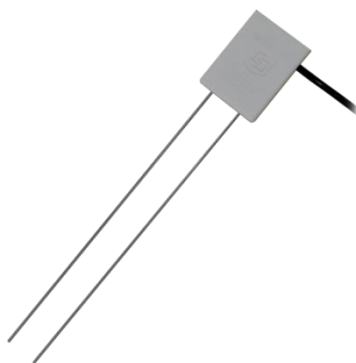
Fonte: Museu Goeldi.(2011)

4.3 Umidade do solo

A umidade do solo exerce um papel importante nos processos de transferência de energia interna (a exemplo do calor) e momento envolvendo a superfície e a atmosfera. Para a obtenção dos dados de umidade do solo foram utilizados sensores CS 615, conectados a um datalogger CR1000, da Campbell Scientific, com frequência de medidas horárias em poços com 5 metros de profundidade (Figura 06), localizado no centro das parcelas de exclusão (PA) e controle (PB).

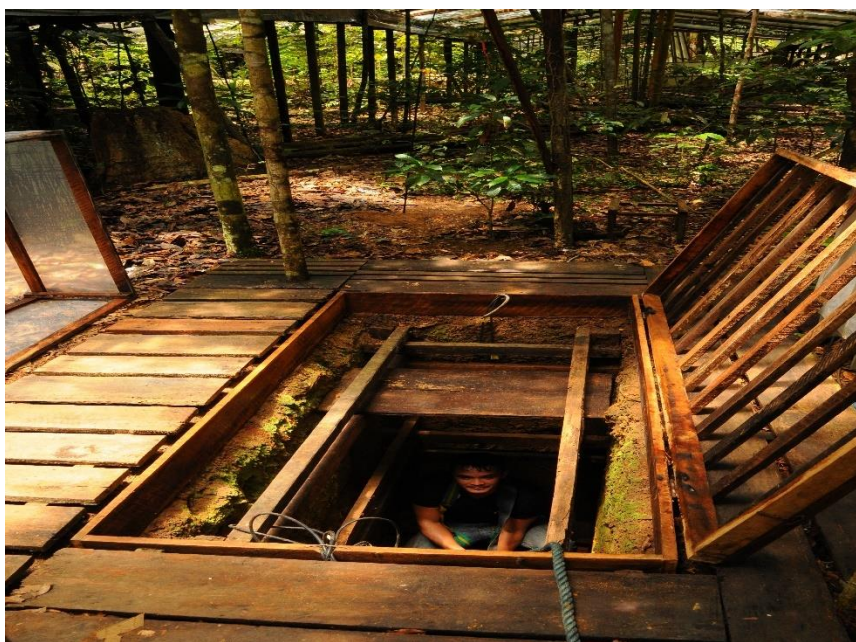
A partir do momento em que o solo começa a aumentar seu teor de umidade, conseqüentemente a capacidade de infiltração diminui. Quando a velocidade de infiltração iguala-se a capacidade de infiltração, inicia-se o processo chamado escoamento superficial.

Figura 05- Instrumento refletômetro de domínio temporal (TDR), modelo CS-615.



Fonte: Campbell Sci (2017)

Figura 06- Poço utilizado para medições do conteúdo de água no solo



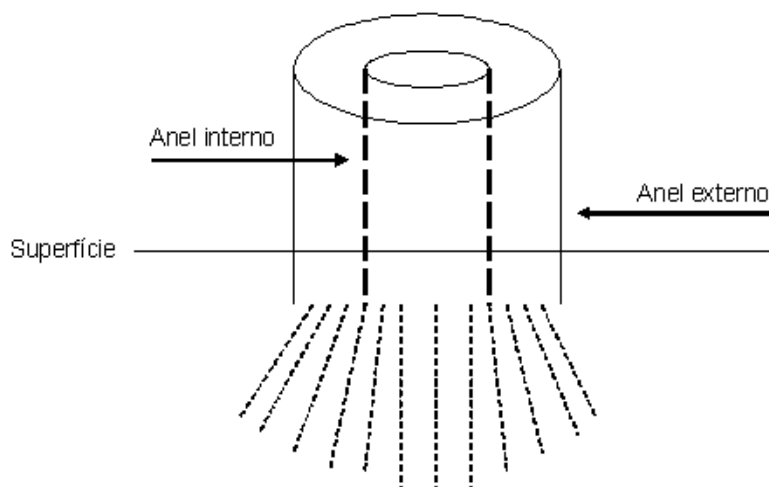
Fonte: Museu Goeldi (2011).

4.4 Infiltração de água no solo

Foram coletados dados obtidos com a utilização de 02 infiltrômetros de inundação (Figura 07). Em sua estrutura possui dois anéis metálicos concêntricos medindo aproximadamente 15 a 30 centímetros de diâmetro e altura de 30 centímetros, que são fixados na superfície do terreno até uma

profundidade de 10 a 15 centímetros, nas parcelas do Projeto ESECAFLOR, uma parcela denominada parcela de controle (Parcela A), usada como referência para os experimentos realizados na parcela de exclusão (Parcela B), na qual está sendo feita a exclusão de aproximadamente 50% da água da chuva com utilização de aproximadamente 5000 painéis plásticos instalados a uma altura de 1,5 a 4 metros acima do solo.

Figura 07- Modelo infiltrômetro de inundação



Fonte: www.ebah.com.br

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Umidade do solo

Na figura 08 temos ilustrado o percentual de umidade do solo dos meses de outubro de 2016 e janeiro de 2017, das parcelas de controle e exclusão do Projeto ESECALOR. Observou-se que em janeiro de 2017, correspondente ao período chuvoso, na parcela de controle a umidade do solo atingiu o teor de 17,0%, enquanto que, na parcela de exclusão a umidade do solo ficou em torno de 5,8 %. Já em outubro de 2016, período menos chuvoso, a umidade do solo na parcela de controle chegou em 8,1 %, no entanto, na parcela de exclusão alcançou 5,4%.

A Tabela 01 apresenta a redução de umidade no solo entre as parcelas de controle e exclusão.

Tabela 01- Tabela de porcentagem da umidade do solo nas parcelas PA e PB.

	Redução de umidade do solo (%)
Parcela de Controle (PA)	52,4
Parcela de Exclusão (PB)	6,9

Fonte: Da autora.

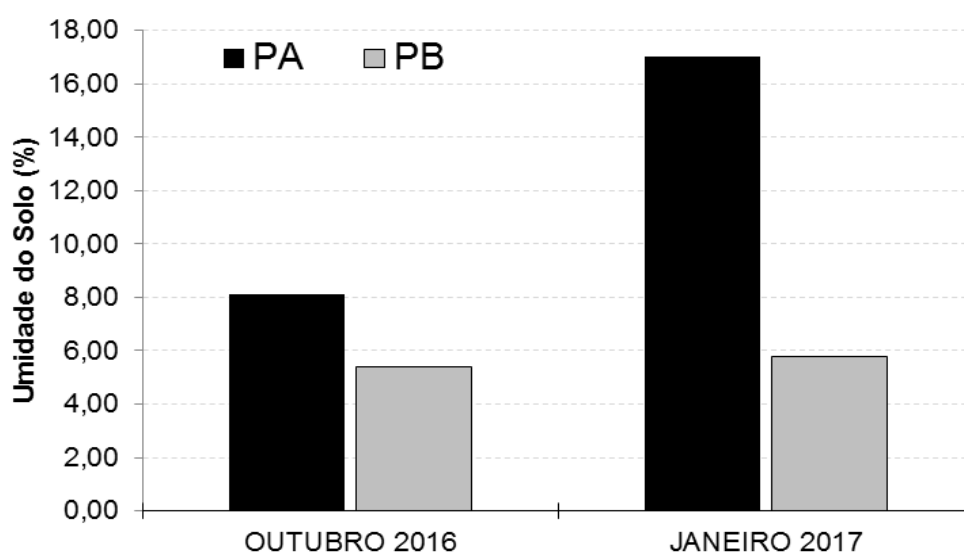
Foi observado na Tabela 01 que a comparação entre a parcela de controle do mês de outubro (menos chuvoso) e janeiro (chuvoso), apresentou uma redução de 52,4 % no teor de umidade do solo. Já na parcela de exclusão a redução de umidade do solo da época chuvosa para a época menos chuvosa foi de 6,9 %. Comprovando a existência do efeito da sazonalidade na região e mostrando que a mesma é forte.

Ao comparar a parcela B, no período menos chuvoso com o chuvoso, observou-se que não houve uma variabilidade expressiva, onde a diferença do teor de umidade do solo desta parcela ficou em 0,4%, mostrando que a estrutura de exclusão da água da chuva nessa parcela consegue impedir a

entrada de grande parte da precipitação, mantendo a umidade do solo baixa mesmo durante o período chuvoso.

Isto implica dizer que o efeito da sazonalidade da região é muito forte na parcela de controle do que na parcela de exclusão, e nos mostra também a eficiência dos painéis de plásticos utilizados para eliminar a água da chuva na parcela de exclusão.

Figura 08. Comportamento médio da umidade do solo nos meses de outubro de 2016 e janeiro de 2017 das parcelas de controle e exclusão do projeto ESECAFLOR.



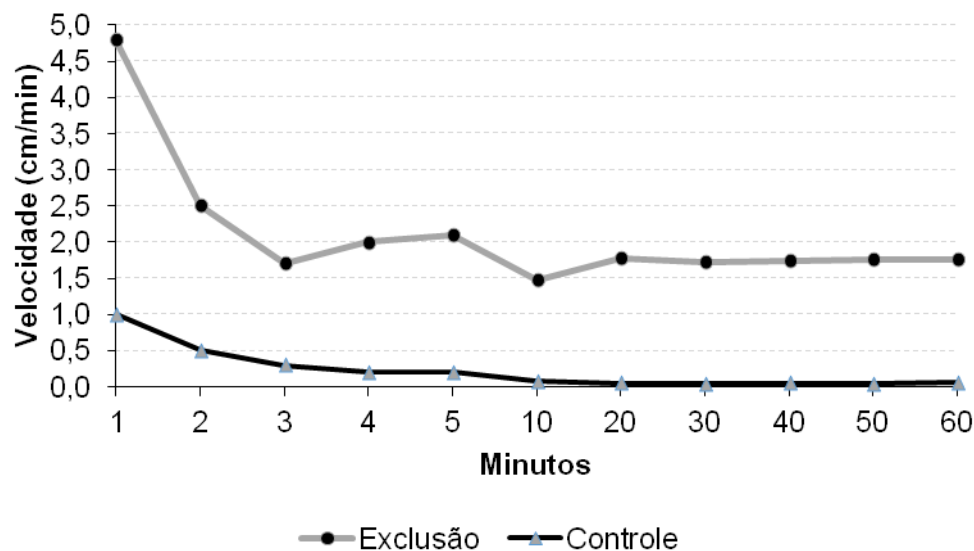
Fonte: Da Autora

5.2 Infiltração de água no solo

Na figura 09 temos a velocidade média instantânea da taxa de infiltração no solo no mês de janeiro de 2017, correspondente ao período chuvoso da região. A velocidade média de infiltração em janeiro de 2017 na parcela de controle (PA) foi de 0,23 cm/min e 2,12 cm/min na parcela de exclusão (PB). Observou-se que a parcela de controle nos mostra um valor máximo de 1,0 cm/min no primeiro minuto apresentando uma diminuição no minuto seguinte, permanecendo-se levemente constante ao longo do tempo e com valor mínimo de 0,2 cm/min, corroborando com a literatura. Analisando a parcela de exclusão foi observada uma taxa máxima de infiltração de água no solo

máxima de 4,80 cm/min no primeiro minuto, com uma redução para 2,3 cm/min para o minuto seguinte, e após o vigésimo minuto apresentou uma taxa de infiltração estável de 1,7cm/min, mostrando que o déficit hídrico durante um tempo prolongado na floresta, afeta as propriedades estruturais do solo de forma que a demanda de água para saturar o mesmo é muito grande, o que não se observa na parcela de controle.

Figura 09. Velocidade média instantânea de infiltração no solo no mês de janeiro de 2017 nas parcelas de controle e exclusão ESECAFLO.

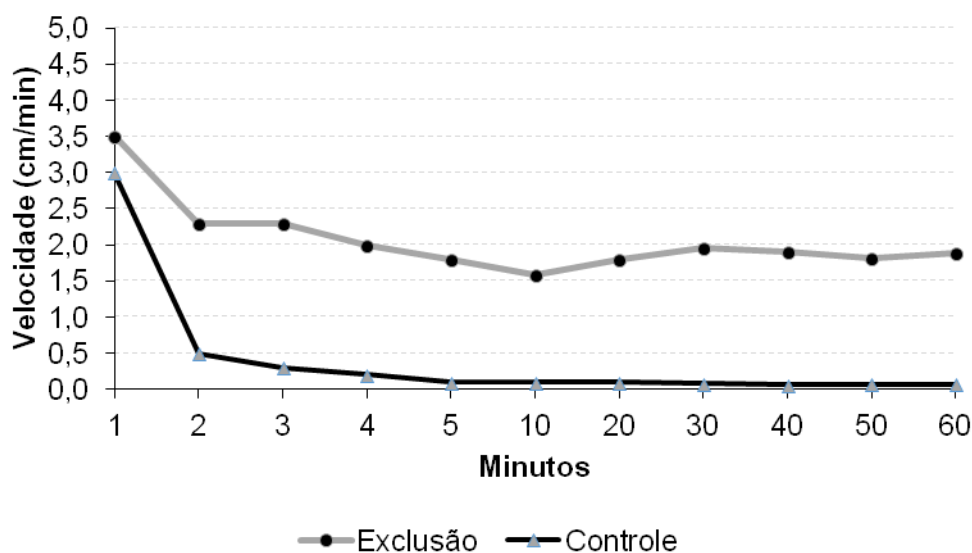


Fonte: Da Autora

Na figura 10 temos a velocidade média instantânea da taxa de infiltração no solo no mês de outubro de 2016, correspondente ao período menos chuvoso da região. A velocidade média de infiltração em outubro de 2016 na parcela de controle (PA) foi de 2,08 cm/min e 0,42 cm/min na parcela de exclusão (PB). Podemos observar que a parcela de controle nos mostra um valor máximo de 3 cm/min no primeiro minuto apresentando uma queda no minuto seguinte, permanecendo relativamente constante ao longo do tempo e com valor mínimo de 0,07 cm/min, corroborando com os padrões da literatura da redução da velocidade à medida que o solo começa a saturar. Ao analisar a

parcela de exclusão, observou-se uma taxa máxima de infiltração de água no solo no primeiro minuto de 3,50 cm/min, tendo uma redução de 1,2 cm/min para o minuto seguinte e mantendo uma média de infiltração de 1,9 cm/min até o término das medições, e a menor taxa de infiltração encontrada foi de 1,8 cm/min. Esse comportamento ocorreu devido a influência da estrutura do experimento (Figura 04) que vem excluindo grande parte da precipitação desde o ano de 2001 nesta parcela, o que provocou um baixo teor de umidade do solo.

Figura 10- Velocidade média instantânea de infiltração no solo no mês de outubro de 2016 nas parcelas de controle e exclusão ESECAFLOR.



Fonte: Da Autora

Ao analisar o efeito da sazonalidade na taxa de infiltração de água no solo da parcela de controle verificou-se uma redução média da taxa de infiltração de água no solo de 0,19 cm/min entre o período menos chuvoso e o chuvoso, enquanto que para a parcela de exclusão houve um aumento muito pequeno de 0,04 cm/min na taxa de infiltração, mostrando que na parcela de controle, a medida em que iniciam as chuvas na região, ao mesmo tempo temos o começo da recarga de água no solo fazendo com que a taxa de infiltração seja reduzida, o que não se observa na parcela de exclusão.

Esse comportamento mostrou que uma floresta tropical em condições climáticas normais, a infiltração de água no solo sofre uma variação com o efeito da sazonalidade, no entanto, caso a floresta esteja passando por um estresse hídrico significativo, a variação sazonal da taxa de infiltração de água no solo não se modifica muito, pois a umidade do solo nessas circunstâncias é baixa havendo uma grande demanda de água para preencher os poros do solo e atender a demanda do sistema radicular das árvores e demais processos bióticos e fisiológicos das espécies que habitam este solo.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que:

A variabilidade da taxa de infiltração de água no solo é maior na parcela de exclusão, pois com a exclusão da grande parte de água que iria chegar à superfície, o solo se torna mais seco, assim facilitando a infiltração. Quando comparada com a parcela de controle. O que nos mostra o efeito da sazonalidade. Refletindo na umidade do solo, pois quanto mais seco o solo estiver, maior será a velocidade de infiltração de água no solo. E quanto mais encharcado (saturado) o solo estiver, menor será a velocidade de infiltração de água no solo.

REFERÊNCIAS

- BUSSAB, W. de O.; MORETTIN, P.A. *Estatística básica*. São Paulo: Saraiva, 2004, 525 p.
- BRANDÃO, V. S. *Infiltração de água em solos sujeitos a encrostamento*. 2003. 68 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- CAMPBELL SCI . 2017. <https://www.campbellsci.com.br/cs615-l>
- CARVALLO, H.O.G. *Física dos solos*. 1. ed. Campina Grande: Ufpb, 2000. 173 p.
- CECÍLIO, R.A. *Aplicação da equação de Green-Ampt na modelagem da infiltração de água em latossolo vermelho-amarelo estratificado*. 119f. Dissertação (Mestrado) – UFV, Viçosa 2002.
- COSTA, M. H.; Foley, J. A. Combined effects of deforestation and doubled atmospheric CO₂ concentrations and the climate of Amazonia. *Journal of Climate*, v.13, p.18-34, 2000.
- COSTA, R. F.; SILVA, V. P. R.; RUIVO, M. L. P.; MEIR, P.; COSTA, A. C. L.; MALHI, Y. S.; BRAGA, A. P.; GONÇALVES, P. H. L.; SILVA JR, J. A.; GRACE, J. Transpiração em espécie de grande porte na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 11, n. 2, p. 180-189, 2007.
- COSTA, E. L.; SILVA, A. M.; COLOMBO A.; ABREU, A. R. Infiltração de água em solo, determinada por simulador de chuvas e pelo método dos anéis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.3, n.2, p.131-134, 1999
- CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; MOURA, L. M. F.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; SILVA, R. T. Influência da difusividade e condutividade hidráulica na infiltração de água em um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.9, n. 3, p. 102 – 112, 2015.
- DANTAS, V. A.; OLIVEIRA, M. C. F.; COSTA, A. C. L.; MORAES, J. C.; CHAGAS, G. F. B. Estudos Agrometeorológicos na Floresta Nacional de Caxiuanã Abril/2006. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. *A Meteorologia a serviço da sociedade: anais*. Florianópolis: SBMET, 2006. p. 02-05.
- DUARTE, P. B. *Microrganismos indicadores de poluição fecal em recursos hídricos*. 2011. 52f. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- FRANKEN, W.; LEOPOLDO, P.R.; MATSUI, E. RIBEIRO, M.N.G. Estudo da interceptação da água de chuva em cobertura Florestal Amazônica do tipo terra firme. *Acta Amazônica*, v.12, n.2, p. 1809-4392, 1992.

GONDIM, T. M. S.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUZA, J. M.; FEITOSA FILHO, J. C.; SOUSA, J. S. Infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método do infiltrômetro de anel em solo areno-argiloso. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, Pombal – PB – Brasil, v.4, n.1, p. 64-73, jan./dez. 2010.

LIMA, W.P. *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. Piracicaba: Esalq/Usp, 1986. 242p.

MOLION, L.C.B. Influência da floresta no ciclo hidrológico. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 11., Curitiba, 1984. *Anais...* Curitiba: Embrapa-CNPQ, 1985. p.1-7.

MORAES, J.C.; COSTA, J.P.R.; ROCHA, E.J.P.; SILVA, I.M.O. Estudos hidrometeorológicos na bacia do rio Caxiuana. In: Lisboa, P. L. B. (org). Belém: Cnpq; Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997. p. 85-95.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG). http://www.museu-goeldi.br/sobre/hotsite/coloquio/artigos/lola_costa.pdf. 2011.

OLIVEIRA, L. L. de; COSTA, R. F. da, SOUSA, F. A.; COSTA, A. C. L.; BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuana, na Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, v. 38, n. 4, p. 723-732, 2008.

PAIXÃO, F. J. R.; ANDRADE, A. R. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; SILVA, J. M.; FEITOSA, R. M. *Estimativa da infiltração da água no solo através de métodos empíricos e funções não-lineares*. *Revista Biológica de Ciência da Terra*, v.5, p. 50-60, 2005.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. Capacidade de Infiltração de Água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. *Revista Ambiente & Água – an Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v.4 n.2, p. 188-199, 2009.

SALES, L.E.O.; FERREIRA, M.M.; SILVA DE OLIVEIRA, M.; CURI, N. *Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, DF, v.34, n.11, p.2091-2095, 1999.

SILVA JUNIOR, J. A. *Fluxos de Co₂ do solo na Floresta Nacional de Caxiuana, Pará, durante o experimento Esecafior/Lba*. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.28, n.1, p. 85 – 94, 2013.

SILVEIRA, R.C.; SALVADOR, N. Uso de um simulador de chuvas no estudo de perdas de solo e água em parcelas com resíduos culturais de milho. *Ciênc. Agrotec*. Lavras, MG, v. 24, n.3, p.718-729, 2000.