

REVISÃO DE LITERATURA

## PLANTANDO ÁGUA E COLHENDO CHUVA: Como a recuperação vegetal no Nordeste pode Influenciar na Precipitação Chuvosa da Região

*Saulo Gusmão da Silva de Tarso*<sup>1</sup>

**Resumo:** Aparentemente, a maioria das preocupações de órgãos governamentais, se concentram na crescente demanda por produção de comida e em como os efeitos das mudanças climáticas podem afetar os mercados de alimentos em grandes economias e nos países subdesenvolvidos. Entendemos que grandes mudanças na política de uso da terra são críticas para a preservação ambiental e manutenção da pluviosidade acumulada em diferentes regiões. O entendimento das populações urbanas e rurais de que o papel de preservação e as ações de redução dos impactos ambientais, são uma responsabilidade local e regional ainda é extremamente limitado. No nordeste brasileiro, os efeitos da degradação dos biomas e os impactos pela destruição da cobertura vegetal podem ser ainda mais expressivos e limitantes. As florestas e árvores que a compõem, cumprem seu papel de produção e regulação das águas de maneira equivalente em todos os biomas, desempenhando um papel fundamental e direto na absorção da água da chuva no solo, mantendo a umidade através da transpiração e influenciando na diminuição da taxa de evapotranspiração de outras plantas. Portanto, a criação e recuperação de áreas de mata nativa e caatinga podem aumentar a taxa de transpiração vegetal, criando pequenas bolhas microclimáticas que atuem simultaneamente como fontes de preservação do solo, recuperação de Lençóis freáticos e atração de precipitações chuvosas.

**Palavras-chave:** Semiárido. Edafologia. Transpiração vegetal. Pluviosidade

## PLANTING WATER AND HARVESTING RAIN: How plant recovery in the Northeast can influence rainfall in the region

**Abstract:** Apparently, most of the concerns of government agencies focus on the growing demand for food production and how the effects of climate change can affect food markets in large economies and in underdeveloped countries. We understand that major changes in land use policy are critical for environmental preservation and maintenance of accumulated rainfall in different regions. The understanding of urban and rural populations that the role of preservation and actions to reduce environmental impacts are a local and regional responsibility is still extremely limited. In northeastern Brazil, the effects of biome degradation and impacts caused by the destruction of vegetation cover can be even more expressive and limiting. The forests and trees that compose it, fulfill their role of producing and regulating water in an equivalent way in all biomes, playing a fundamental and direct role in the absorption of rainwater in the soil, maintaining moisture through transpiration and influencing the reduction the evapotranspiration rate of other plants. Therefore, the creation and recovery of areas of native forest and caatinga can increase the rate of plant transpiration, creating small microclimatic bubbles that act simultaneously as sources of soil preservation, recovery of water tables and attraction of rainfall.

**Keywords:** Semi-arid. Edaphology. Plant transpiration. Rainfall

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 10/05/2022; aprovado em 25/07/2023

<sup>1</sup> Núcleo de Inovações Agrárias para o Nordeste, Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Reprodução de Animais de Produção, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Garanhuns, PE, Brasil. E-mail: saulo.detarso@ufape.edu.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.35512/ras.v7i2.7301>

## INTRODUÇÃO

As perspectivas de crescimento da população mundial são alarmantes e culminarão em uma elevação gigantesca da demanda por produtos de origem vegetal e animal nos próximos 30 anos (ALEXANDARTOS & BRUINSMA, 2012). Entretanto, o mundo tem experenciado nas últimas décadas, uma série de mudanças climáticas que resultam em eventos extremos da natureza de maneira recorrente. Não há como negar que grande parte dos desastres ambientais tem sido causados por consequência da elevação das temperaturas, causadas pelas emissões estratosféricas de carbono na atmosfera, fruto de um mundo globalizado e de mercados conectados em rede.

Da mesma forma que esses eventos acontecem, aumenta a pressão por eficiência produtiva das áreas agrícolas e pecuárias, estimulando por consequência, a procura por novas áreas disponíveis à exploração. Por conta disso, é necessária a consciência de que o sistema mundial de produção de alimentos está a um passo de concluir que as únicas terras disponíveis à produção estão situadas nas regiões mais secas do planeta. É sabido que pouco mais que 40% de toda superfície terrestre é classificada como regiões semiáridas, áridas ou hiperáridas. Isso significa que mais de 40 milhões de quilômetros quadrados estão situados em áreas com clima de baixa pluviosidade anual. Além disso, 30% das espécies vegetais cultiváveis hoje em dia, são plantas endêmicas de regiões tipicamente secas (BIERBAUM, R. et al., 2014).

No nordeste brasileiro, que já foi considerado como uma das melhores zonas secas do mundo para produção (CANDIOTTO, 2016), o termo desmatamento parece não ter o mesmo significado do que se conhece como destruição ambiental. Aparentemente, falar de desmatamento é falar da destruição da floresta amazônica ou do que restou da mata atlântica, e que não existe esta prática em regiões de clima semiárido. Todos os dias, em zonas rurais ou mesmo nas proximidades dos centros urbanos, podemos ver um crime ambiental acontecendo contra a “floresta do Nordeste”. Independentemente do objetivo comercial, produção agropecuária ou para construções de condomínios luxuosos destinados aqueles que querem um contato mais próximo com a natureza, todos os dias o Nordeste desmata.

A caatinga que é o único bioma exclusivamente brasileiro, sofre com a incompreensão de que ela seja uma floresta, e que a destruição de sua vegetação pode ter impactos irreversíveis na biologia dos diversos microclimas da região. Quando se destrói uma vegetação tipicamente xerófita, caducifólia, sustentada por solos altamente desenvolvidos, rasos e ácidos, o resultado é catastrófico. A desertificação tem sido e será uma consequência em diversas áreas que foram usadas por sistemas de produção. O que é mais grave é que a chuva, o evento climático mais importante para o nordeste, depende da umidade atmosférica, e que esta é totalmente influenciada pelo volume de cobertura vegetal que exista no local.

Há de se considerar que a preservação de áreas de cobertura vegetal nativa e a recuperação de áreas degradadas, podem ser alternativas de minimização dos episódios de estiagem na região nordeste. Só a presença de um número significativo de cobertura vegetal nativa no solo do semiárido, pode promover o aumento da umidade atmosférica e a atração de frentes chuvosas.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Mudanças climáticas, o agronegócio de commodities e o papel do semiárido**

Os relatórios que alertam (DELGADO *et. al.*, 2001; FAO 2009; STEINFELD & GERBER, 2010) para as mudanças climáticas causadas ao longo dos séculos pela intervenção humana, já não são vistos como os únicos apontamentos das ameaças ao meio ambiente. Os impactos do comportamento da raça humana na terra já podem ser percebidos em diferentes povos, todos os continentes e por pessoas dos mais variados graus de educação.

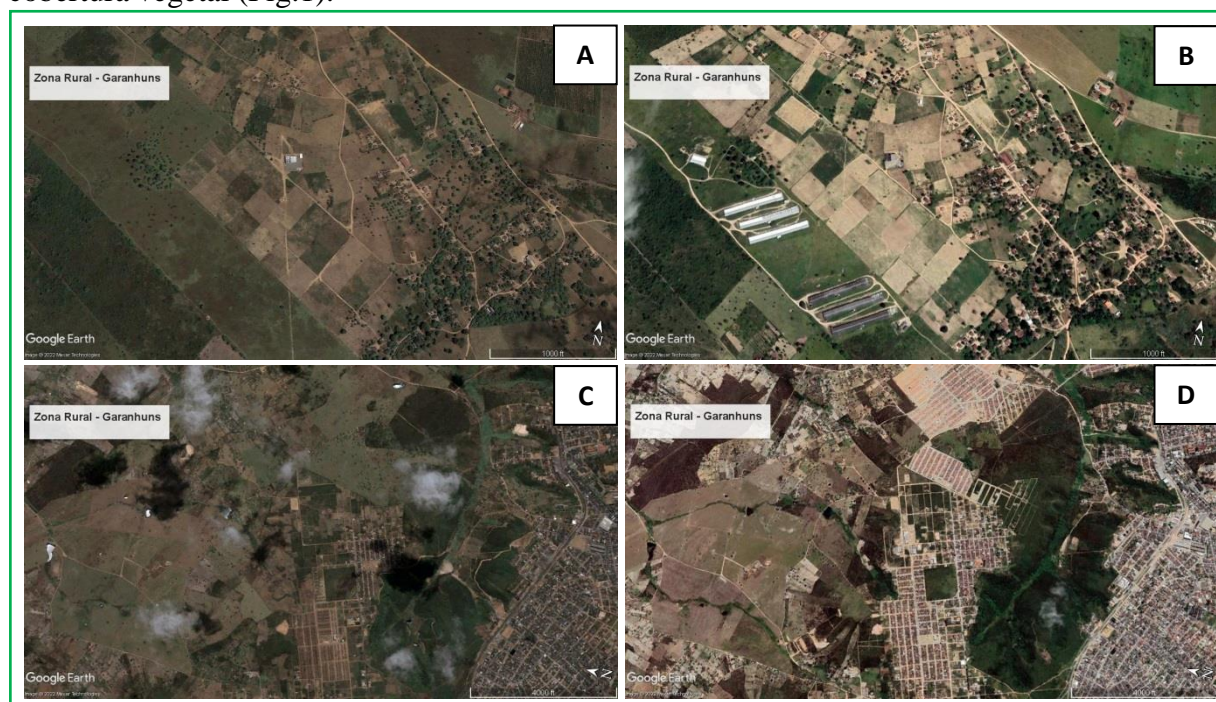
Aparentemente, a maioria das preocupações de órgãos governamentais, se concentram na crescente demanda por produção de comida e em como os efeitos das mudanças climáticas podem afetar os mercados de alimentos em grandes economias e nos países subdesenvolvidos (DELGADO *et. al.*, 2001; MCMICHAEL *et al.*, 2007). De fato, atender a demanda atual de alimentos e a projetada para um futuro próximo (ALEXANDARTOS & BRUINSMA, 2012), é, e deve ser um ponto importante das nossas discussões e foco de ações. Por outro lado, quando enalteçemos a importância pelos níveis de produção de grãos e carne para suportar a alimentação da população, entramos em uma discussão controversa, pois entregamos essa responsabilidade à indústria de commodities e aos latifúndios que visam eficiência produtiva, e expansão extrativista em novas áreas. O agronegócio de commodities não se responsabilizará por estes impactos, porque isso vai de encontro a filosofia capitalista desses mercados.

Entendemos que dois grandes desafios são críticos na preservação ambiental e manutenção da pluviosidade acumulada em diferentes regiões. O primeiro deles é a formação de políticas que sejam realmente eficientes em regulamentar o uso da terra e impor ações de recuperação e manutenção de cobertura vegetal por parte das grandes indústrias do agronegócio. A segunda e talvez a mais relevante, é o entendimento das populações urbanas e rurais de que o papel de preservação e as ações de redução dos impactos ambientais, sejam uma responsabilidade local e regional.

No Nordeste brasileiro, os efeitos da degradação dos biomas e os impactos pela destruição da cobertura vegetal podem ser ainda mais expressivos e limitantes (CANDIOTTO, 2016). A caatinga como único bioma que se encontra exclusivamente no território brasileiro, com toda a sua diversidade e riqueza vegetal (estima-se que possui entre 3 – 4 mil espécies) e posse a maior densidade demográfica das zonas semiáridas no mundo. Os ecossistemas em terras secas, além de ocupar mais de 41% da superfície

terrestre, tem um papel fundamental na biodiversidade global, fornecendo um relevante parte da produção total de grãos e da atividade pecuária (NAMIAS, 1972).

As características rurais no Nordeste têm por sua essência, uma constante minifundiária, fazendo com que a maior parcela das terras do semiárido sejam, em parte, uma extensão do “quintal” das casas de comunidades rurais, aqui localizadas. Desta forma, há de se considerar que essas características demográficas, somadas à costumes de certa forma extrativistas e antiquados do ponto de vista de exploração da terra em equilíbrio ambiental, podem ser responsáveis pelos crescentes avanços contra a cobertura vegetal (Fig.1).



**Figura 1.** Cobertura vegetal e ocupação de construções urbanas em área da zona rural de Garanhuns-PE, em 20/10/2009 (A e C) e 11/10/2021 (B e D) (8°55'33.97"S 36°28'08.21"W elev 771,4m AGL 1986,6m - Maxar Technologies – Google Earth).

As imagens mostram o avanço da ocupação das terras em poucos anos e o potencial de impacto na cobertura vegetal em um bioma extremamente sensível. O estabelecimento da degradação de regiões de mata nas zonas rurais próximas à centros urbanos, expõe o solo, devasta uma enorme variedade de plantas e afeta a presença de animais e insetos que ali viviam. Esse contexto de devastação, quando ocorre em terras de clima seco, diferente do que ocorre nas florestas tropicais, como a mata atlântica e amazônica, pode determinar um efeito irreversível, mesmo que ações de recuperação da vegetação estivessem sendo aplicadas no semiárido.

Considerando que o semiárido nordestino abriga uma vastidão de áreas que ainda não possuem uso agrícola em larga escala. É uma questão de tempo para que novas tecnologias ultrapassem a barreira da

escassez de recursos hídricos, e que o mercado enxergue essas regiões como oportunidade para instalação de sistemas de produção de alimentos. Desta forma, a necessidade de criação de programas de combate aos impactos ambientais da destruição da cobertura vegetal em zonas rurais do semiárido, podem influenciar em microclimas locais, através dos conceitos atuais do “plantio de água”.

### **Plantando água**

Ainda parece difícil entender que somos dependentes da água e que as águas são dependentes das árvores e florestas. Anda assim, quando falamos que as árvores e as florestas produzem água, a intenção é dizer que esse tipo de cobertura vegetal faz exatamente isso (THE NATURE CONSERVANCY, 2019; CAMPUS & HIGUCHI, 2009). O mais grave nesse processo de conscientização, é o entendimento de que, as florestas e essas árvores que a compõem, cumprem seu papel de produção e regulação das águas de maneira equivalente em todos os biomas.

As florestas desempenham um papel fundamental e direto na absorção da água da chuva no solo. Áreas agrícolas degradadas, sem cobertura vegetal, vem ano após ano perdendo a viabilidade de nascentes. Por outro lado, o trabalho de restauração florestal, seja este feito em qualquer bioma, resulta sempre na diminuição local da escassez de água e na melhoria da distribuição das chuvas (PEREIRA, 2019).

A necessidade de transição para economias de “baixo carbono” passa pelo manejo inteligente de florestas, áreas úmidas e lavouras em todos os biomas. A redução eficaz das emissões de gases do efeito estufa é dependente do armazenamento de carbono por organismos vegetais para proteger a qualidade da água e ar (THE NATURE CONSERVANCY, 2019). A imagem de que somente a floresta amazônica ou a mata atlântica, úmidas e selvagens, ou então que o pantanal exuberantemente chuvoso, sejam os únicos biomas a que competem a obrigação da regulação das águas, faz com que populações localizadas em outros biomas (por exemplo no semiárido), não se sintam parte responsável pela proteção ambiental.

Na caatinga e no semiárido, onde a visão de floresta é significativamente diferente, o tamanho das árvores, a quantidade de cobertura vegetal e a profundidade dos solos, faz com que os impactos do desmatamento, sejam ainda mais severos. Nessas regiões, apesar de existir hábitos agrícolas policulturais, devido a natureza mais familiar de produção, ao longo das décadas, a influência, a pressão por produção e a falta de tecnologias simples, fez com que o agricultor nordestino, introduzisse cada vez mais, práticas monoculturais e extrativistas.

### **Mecanismos fitofisiológicos de liberação de água e aumento da umidade local**

Ao longo do ciclo de crescimento das plantas, desde a germinação das sementes até a reprodução delas, as plantas absorvem grandes quantidades de água do solo, que é transportada através de suas partes

e que passa à atmosfera, sem que intervenha em alguma função aparente. Esta perda de água ocorre, sobretudo, em forma de vapor, por meio de um processo chamado transpiração. Depois de ser retirada do solo pelas raízes, a água é transportada através do xilema até chegar às células do mesófilo das folhas. A disposição destas células proporciona espaços celulares abundantes, o que representa uma disposição ideal para a evaporação da água a partir da superfície celular. Uma parte da superfície epidérmica da folha está constituída por um grande número de poros (estômatos) e que comunica os espaços intercelulares com o meio externo (PEIXOTO, 2020; KERBAURY, 2004).

A água é puxada do xilema para as paredes celulares do mesófilo, de onde evapora para os espaços intercelulares. O vapor d'água difunde-se pelos poros estomáticos e atravessa a camada limítrofe de ar junto da superfície foliar (transpiração estomática). O CO<sub>2</sub> difunde-se na direção oposta, ao longo de seu gradiente de concentração (PEIXOTO, 2020). Sempre que a umidade relativa no interior de uma folha for maior que a da atmosfera, desenvolver-se-á um gradiente de transpiração, ou seja, a perda de água em forma de vapor (KERBAURY, 2004).

Desta maneira, qualquer cultura durante seu ciclo de desenvolvimento consome um enorme volume de água, sendo que cerca de 98% deste volume apenas passa pela planta, sendo liberada na atmosfera pelo processo de transpiração. Conseqüentemente, as árvores, além de manter a umidade através da transpiração, vão influenciar na diminuição da taxa de evapotranspiração de outras plantas, favorecendo a retenção de água no solo, e conseqüentemente aumentando a umidade do ar local (KLUGE *et. al.*, 2015; PEIXOTO, 2020).

Tendo em vista estes aspectos de retenção de água no solo e de aumento do número de árvores que estejam executando a transpiração em uma área determinada, podemos inferir que; será favorecida a criação de um microclima que envolve aumento da umidade local. Ao mesmo tempo, existirá a formação de uma camada protetora do solo (copas das árvores e matéria orgânica gerada pelas próprias plantas), fazendo com que os efeitos erosivos e de assoreamento que venham a ser causados por precipitações chuvosas elevadas, sejam minimizados, favorecendo também a retenção de água/umidade pelo solo.

A viabilidade desses fatores cria a hipótese de que em determinadas características geográficas, o aumento da cobertura vegetal por árvores nativas, e o conseqüente aumento da umidade local, possa efetivamente causar atração pela precipitação em forma de neblina, orvalho e chuvas de relevo.

### **Formação das chuvas e tipos de pluviosidade**

Para que haja chuva, é necessário que a água se condense, isto é, passe do estado gasoso para o estado líquido. As nuvens são constituídas por vapor d'água ou cristais de gelo. Quando uma nuvem constituída por vapor d'água entra em contato com baixas temperaturas (mas acima de 0°C), há o aumento

da condensação (água retorna ao seu estado líquido), o que causa a precipitação das nuvens na forma líquida em direção à superfície (DEBORTOLI, 2013; DERECZYNSKI *et. al.*, 2020)

Existem quatro tipos de precipitação da água que tem importância quando tratamos dos processos hídricos físicos e químicos, e do aproveitamento destes para as lavouras, florestas e consumo humano e animal. Sendo assim, as chuvas podem ser frontais, convectivas e orográficas. Chuva é um tipo de precipitação que ocorre na forma líquida e em temperaturas superiores a 0°C. As chuvas podem ser caracterizadas a partir de critérios como intensidade, acidez ou origem, sendo está a forma mais comum de classificação (FEARNSIDE, 2015; HOFFMANN *et. al.*, 2018).

As chuvas frontais ocorrem quando uma massa de ar quente e úmido se encontra com uma massa de ar frio e seco. A massa de ar frio, por ser mais densa, eleva a massa de ar quente a pontos mais altos da atmosfera, ocorrendo então o processo de condensação (passa do estado gasoso para o estado líquido), que resulta em precipitação na forma líquida (chuva). Esse tipo de chuva é caracterizado por ser contínuo e ter baixa intensidade (TUCCI, 2005; SANTORO, 2015).

As chuvas convectivas são frequentes em regiões de clima tropical, ou seja, são típicas de regiões com altas temperaturas. Conhecidas também como chuvas de verão, ocorrem em razão da diferença de temperatura nas camadas próximas à atmosfera terrestre. É uma chuva de abrangência local (áreas pequenas) e ocorre quando há a movimentação do ar, isto é, o ar frio desce, por ser mais denso, e o ar quente eleva-se, por ser mais leve. Ao subir, o ar quente carrega toda a umidade, inicia-se o processo de condensação e, depois, ocorre a precipitação. São geralmente chuvas de pouca duração, contudo possuem alta intensidade (SANTOS *et. al.*, 2010).

As chuvas orográficas, também conhecida como chuva de relevo, acontecem quando as nuvens encontram obstáculos, como serras e montanhas. Uma massa de ar úmido vinda do oceano, ao encontrar uma elevação de terra, é forçada a subir grandes altitudes. Ao elevar-se, a nuvem resfria-se e ocorre o processo de condensação seguido de precipitação. As chuvas orográficas geralmente possuem maior duração e baixa intensidade (Santoro, 2015; Tucci, 2005).

Desta maneira, observamos que independente dos tipos de chuva, todos passam por um princípio de umidade local, influenciando a condensação da água, através dos movimentos físicos entre frentes frias. Logo, os mecanismos da chuva (chuva frontal, chuva conectiva e chuva orográfica) podem ser influenciados pela umidade local, podendo assim, sofrer atração através de estratégias de aumento da cobertura florestal e conseqüentemente aumento da umidade do ambiente no semiárido.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As técnicas de agrofloresta mostram que é possível ter conservação com desenvolvimento rural, atingindo metas climáticas, criando segurança hídrica, e um plano de desenvolvimento sustentável para o

país que englobe todos os biomas de maneiras específicas. Recuperar e proteger a cobertura vegetal em forma de florestas é uma forma concreta de como atuar para enfrentar as mudanças climáticas. E a mobilização de produtores locais, especialmente aqueles de produção familiar, é fundamental para a obtenção de êxito na missão de restauração.

A crescente demanda mundial pela produção por mais alimentos, em algum momento vai voltar seus olhos para as regiões de semiárido. É uma questão de tempo para que as barreiras tecnológicas da escassez de água sejam ultrapassadas. Assim, as regiões de clima seco serão vistas como as únicas áreas disponíveis para o avanço da agricultura em modelos coloniais, baseados na monocultura e extrativismo, vivenciados nos dias de hoje. Desta forma, estratégias de proteção ambiental, criação de reservas de preservação e tecnologias para o enriquecimento dos ecossistemas, serão fundamentais para proteger o semiárido de uma futura “revolução” no sistema global de produção de alimentos.

Portanto, não deve haver dúvidas de que a criação e recuperação de áreas de floresta nativa (caatinga) podem aumentar a taxa de transpiração vegetal, criando pequenas bolhas microclimáticas que atuem simultaneamente como fontes de preservação do solo, recuperação de lençóis freáticos e atração de frentes chuvosas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.** Agricultural and Food Policy. Jun 11 2012.

BIERBAUM, R. et al. Delivering Global Environmental Benefits for Sustainable Development. Report of the Scientific and Technical Advisory Panel (STAP) to the 5th GEF Assembly, México 2014. **Global Environment Facility**, Washington, DC, 2014.

CAMPOS, M. T.; HIGUCHI, F. G. A Floresta Amazônica e seu papel nas mudanças climáticas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 36 p. Manaus, 2009.

CANDIOTTO, L. Z. P. Brazilian ecosystems: degradation and capabilities. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. Brasília, Vol. 13, n. 32, p. 603-630. 2016.

DEBORTOLI, N. dos S. **O regime de chuvas na Amazônia Meridional e sua relação com o desmatamento.** 2013. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

DELGADO, C., ROSEGRANT, M., STEINFELD, H., EHUI, S., COURBOIS, C., 2001. Livestock to 2020: the next food revolution. *Outlook Agric.* 30, 27–29.



DERECZYNSKI, C.; SILVA, W.L.; MARENGO, J. Detection and Projections of Climate Change in Rio de Janeiro, Brazil. **System Science**, Rio de Janeiro, p. 1-9, mar. 2013. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/ajcc/>. Acesso em: 27 maio 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of Food and Agriculture – Livestock in the balance**. Roma 2009. ISBN 978-92-5-106215-9

FEARNSIDE, P. Rios voadores e a água de São Paulo 3: **A sazonalidade do transporte**. **Amazônia Real, Manaus**, p. 1-5, 22 fev. 2015.

HOFFMANN, E.L.; DALLACORT, R.; CARVALHO, M.A.C., et al. Variabilidade das chuvas no Sudeste da Amazônia Paraense, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 1251-1263. 2018.

MCMICHAEL, A. J.; POWLES, J. W.; BUTLER, C. D.; UAUY, R. **Food, livestock production, energy, climate change, and helth**. **Lancet**; v. 370, p. 1253–1263, 2007.

NAMIAS J. Influence of northern hemisphere general circulation on drought in northeast Brazil. **Tellus**, Volume24, Issue, August 1972. Pages 336-343.

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

KLUGE, R.A.;TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P.P.M. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. **Revista Virtual de Química**. Volume 7, Número 1, Janeiro-Fevereiro 2015.

SANTORO. J. Desastres Naturais: conhecer para prevenir. Instituto Geológico. São Paulo. v. 3 p. 54-70. 2015.

SANTOS, G.G.; GRIEBELER, N.P.; OLIVEIRA, L.F. C. de. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 14, p. 115-123, fev. 2010.

STEINFELD, H.; GERBER, P. Livestock production and the global environment: Consume less or produce better? Animal Production and Health Division, Food and Agriculture Organization. Rome, **Italy**. Vol. 107, n. 43, p. 18237-18238. 2010.

TUCCI, C.E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. **Ministério das Cidades**. Global Water Partnership, Wolrd Bank, Unesco. 270p. 2005.