

<http://dx.doi.org/10.21707/ga.v11.n03a17>

## VARIABILIDADE INTERANUAL DOS TEORES DE CARBONO ABSORVIDO NOS BIOMAS NORDESTINOS E SUA RELAÇÃO COM FATORES CLIMÁTICOS

ROBSON DE SOUSA NASCIMENTO<sup>1\*</sup>, JOSÉ IVALDO BARBOSA DE BRITO<sup>2</sup>, VALÉRIA PEIXOTO BORGES<sup>1</sup>, PÉRICLES DE FARIAS BORGES<sup>3</sup>, LÁZARO DE SOUTO ARAÚJO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Rural

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas

<sup>3</sup>Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais

\*Autor para correspondência: Robson de Sousa Nascimento - [rnascimento@cca.ufpb.br](mailto:rnascimento@cca.ufpb.br)

Recebido em 04 de dezembro de 2015. Aceito em 13 de novembro de 2016. Publicado em 29 de julho de 2017.

**RESUMO** - A Produção Primária Líquida (PPL) é uma medida quantitativa da absorção de carbono pelas plantas por unidade de tempo e espaço. A estimativa da PPL para os biomas da região Nordeste do Brasil foi feita com base no modelo de transferência radiativa, mas fatores climáticos como precipitação, radiação e temperatura influenciam na quantidade de carbono sequestrada por estes biomas. Assim, o presente trabalho teve por objetivo conhecer quais os fatores climáticos contribuem para as variabilidades mensal e interanual da PPL. De modo que os resultados mostraram que a variabilidade na PPL decorre das flutuações mensais dos fatores climáticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** FLORESTAS NATIVAS; PRODUÇÃO PRIMÁRIA LÍQUIDA; VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.

**INTERANNUAL VARIABILITY IN THE ABSORPTION OF CARBON IN THE BIOMES OF NORTHEAST BRAZIL AND ITS RELATIONSHIP WITH CLIMATIC FACTORS**

**ABSTRACT** - Net Primary Production (NPP) is a quantitative measure of carbon absorption by plants per unit of time and space. The NPP estimate for the biomes of Northeast Brazil has been made based on radiative transfer model, but climatic factors such as rainfall, radiation and temperature influence the amount of carbon sequestered in these biomes. Thus, this study aimed to identify the climatic factors that contribute to the NPP monthly and interannual variability. The results showed that the NPP variability is due to monthly fluctuations of climatic factors.

**Keywords:** NATIVE FORESTS; NET PRIMARY PRODUCTION; CLIMATIC VARIABLES.

**Variabilidad interanual de la cantidad de carbono fijado en los biomas del Nordeste de Brasil y su relación con factores climáticos**

**RESUMEN** - La Producción Primaria Líquida (PPL) es una medida cuantitativa de la absorción de carbono por las plantas por unidad de tiempo y espacio. La estimación de la PPL para los biomas de la región del noreste de Brasil se realizó tomando como base el modelo de transferencia radiativa, pero los factores climáticos como la precipitación, la radiación y la temperatura influyen la cantidad de carbono secuestrado en estos biomas. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue conocer cuáles son los factores relacionados con el clima que contribuyen para la variabilidad mensual e interanual de la PPL. Los resultados muestran que la variabilidad en la PPL es debido a las fluctuaciones mensuales de los factores climáticos.

**PALABRAS CLAVE:** BOSQUES NATIVOS; PRODUCCIÓN PRIMARIA LÍQUIDA; VARIABLES CLIMÁTICAS.

## INTRODUÇÃO

As florestas desempenham um importante papel no ciclo de carbono global, pois sequestram grandes quantidades de carbono provenientes de atividades humanas (Beedlow et al. 2004). As plantas ao assimilarem  $\text{CO}_2$  nos processos de fotossínteses liberam  $\text{O}_2$ , mas também liberam  $\text{CO}_2$  através de processos de respiração, de modo que a diferença entre a assimilação e a liberação de  $\text{CO}_2$  é denominada de Produção Primária Líquida (PPL), que é a nova quantidade de carbono armazenada ou sequestrada pela planta (Berberoglu et al. 2007).

O estudo da PPL tem crescido porque ela quantifica o desempenho de ecossistemas, principalmente florestais e agrícolas. A PPL fornece uma avaliação da condição do ecossistema, incluindo mudanças na saúde, habitat e vida selvagem (Crabtree et al. 2009), além de desempenhar um papel importante no ciclo de carbono terrestre (Piao et al. 2011).

Mudanças no uso da terra gera uma diminuição na produtividade da vegetação (Landmann e Dubovyk 2014), bem como da PPL e evapotranspiração (Bai et al. 2014). Fatores como precipitação (Zhao e Running 2010) influenciam os valores da PPL, principalmente por afetar a demanda hídrica, o balanço hídrico e a fixação de dióxido de carbono da vegetação no processo de fotossíntese.

Embora a precipitação seja tradicionalmente considerada como outro importante condutor climático da produtividade da vegetação, primariamente determina o crescimento da planta. Desse modo, um aumento na precipitação prolongará o período de crescimento da vegetação, proporcionando um aumento na PPL (Deyong et al. 2008).

A temperatura é um fator determinante para a PPL, pois determina as taxas de respiração e fotossintética da vegetação, como também a quantidade de nutrientes disponíveis para a planta absorver. A produtividade pode ser limitada em ambientes muito quentes, pois a produção é extremamente sensível às temperaturas entre 0 e 15 °C, mas não muito sensível à temperaturas acima de 20 °C (Watson e Noble 2005).

A radiação, por outro lado, constitui um importante controlador ambiental sobre a PPL, porque a fotossíntese ocorre apenas em ambientes com uma quantidade de luz suficiente. Assim, áreas com grande nebulosidade reduz a quantidade de radiação que chega à superfície das folhas e, conseqüentemente, a PPL (Churkina e Running 1998).

Del Grosso et al. (2008) destaca a importância do conhecimento da contribuição quantitativa dos fatores ambientais no processo de sequestro de carbono pela vegetação, já que a região Nordeste do Brasil é condicionada a esses fatores e a PPL é um excelente indicador da dinâmica de ecossistemas florestais em escalas local, regional e global.

Diante deste contexto, o presente trabalho objetivou analisar a variabilidade mensal e interanual da PPL nos biomas Floresta Amazônica, Cerrado e Mata Atlântica da região Nordeste do Brasil por meio de correlação linear simples entre os coeficientes de variação (CV) da PPL e das variáveis climáticas precipitação, temperatura e radiação, tomando valores médios mensais e interanuais, visando conhecer quanto as variáveis climáticas contribuem individualmente na resposta da variabilidade da PPL.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

A área de estudo abrange a região do Nordeste Brasileiro (NEB) com ênfase para os diferentes biomas cuja vegetação é diversificada e dinâmica, sendo influenciada pela precipitação pluvial que controla a distribuição e a estrutura da vegetação (Barbosa et al. 2006). O NEB é composto por quatro biomas Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, havendo outras subdivisões e transições destes.

### *Obtenção dos dados*

A série de dados mensais do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) utilizada corresponde ao período de setembro de 1981 a agosto de 1999. Estes dados são provenientes dos canais 1 e 2 (visível e infravermelho próximo) do sensor AVHRR do satélite da NOAA que, originalmente, possuía uma resolução espacial de 5 km x 5 km. Contudo, a resolução foi alterada calculando uma média para uma grade de 140 km x 140 km. Isto foi feito somando todos os pontos da grade de 5 km x 5 km que tinha informações de NDVI e estavam dentro dela e dividindo pelo total de pontos. Este procedimento foi necessário porque os dados do National Center for Environmental Prediction (NCEP) estavam em uma grade de 2,5° x 2,5° e foi ampliada para 1,25° x 1,25°, que corresponde a aproximadamente 140 km x 140 km.

Foram utilizados dados de precipitação, radiação e temperatura de reanálise do National Center for Environmental Prediction (Kalnay et al. 1996),

O método de interpolação para ampliar a grade seguiu o critério de uma interpolação geométrica em que os pontos mais próximos do outro a ser interpolado têm um peso maior, pois o peso de cada um é proporcional ao inverso do quadrado da distância ao ponto a ser interpolado (Alves e Vecchia 2011).

### *O modelo*

A PPL mensal foi calculada pela equação  $PPL = \epsilon \times fPAR \times IPAR$ , onde  $\epsilon$  é o fator de uso eficiente da luz, que é a eficiência com que a planta pode absorver energia radiante para produzir biomassa, depende de fatores como temperatura, processos fotoquímicos e suprimentos de água (Hilker et al. 2010).

De acordo com Bradford et al. (2005),  $\epsilon$  apresenta variação espacial, devido aos diferentes tipos de vegetação, e variação temporal em um mesmo tipo de vegetação. Para o presente trabalho utilizou-se o valor de  $\epsilon$  igual a 0,62 MJ<sup>-1</sup> para a Floresta Amazônica e Mata Atlântica (Saldarriaga e Luxmoore 1991), já que apresentam características semelhantes. Para o Cerrado utilizou-se o valor de  $\epsilon$  igual a 0,97 MJ<sup>-1</sup>, com base em Fensholt et al. (2006) que utilizaram este valor para regiões arbustivas e de savanas em Sahel, na África.

Para o cálculo da  $fPAR$  utilizou-se a relação linear proposta por Baret e Olioso (1989), modelo parametrizado para utilização de um grande conjunto de dados (várias propriedades óticas dos solos e folhas, estrutura do dossel, dentre outros), o que proporciona uma boa correlação dos dados. Assim, a  $fPAR$  é dada pela expressão  $fPAR = -0,31 + 1,33 NDVI$ . A calibração para valores negativos do NDVI foi feita tomando a  $fPAR$  igual a zero, o que indica tratar-se de solo sem vegetação.

### Correlação linear

Com base nos valores mensais e anuais da PPL e dos dados climáticos dentro da área de estudo, a correlação entre a PPL e a precipitação, radiação e temperatura para cada tipo de vegetação foi analisada e os coeficientes de correlação foram obtidos.

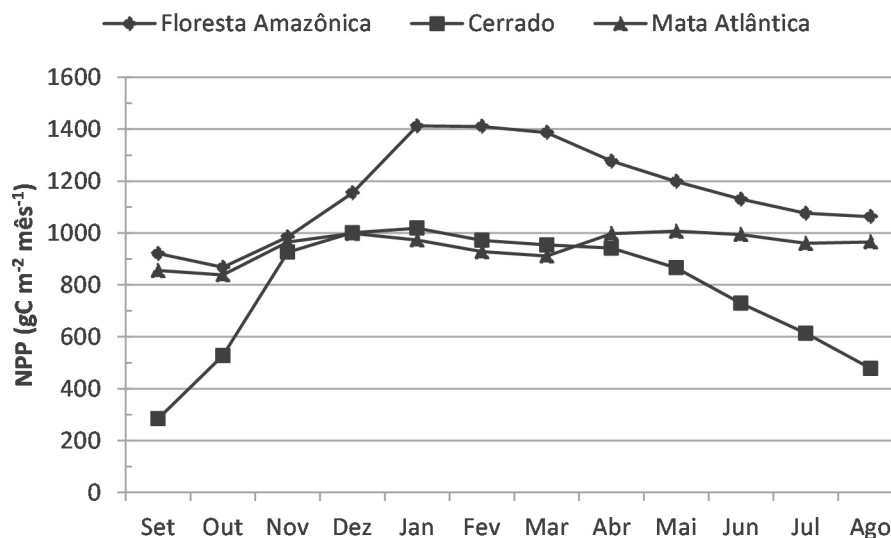
Foi adotada a hipótese que se a correlação entre os coeficientes de variação (CV) da PPL e as variáveis climáticas é significativa, as flutuações mensais e interanual da PPL são atribuídas à variabilidade temporal dos parâmetros climáticos (Fang et al. 2001). As análises estatísticas foram feitas a um nível de significância de 5% utilizando o Microsoft Excel 2013.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Variabilidade mensal e interanual da PPL

Os valores médios mensais da PPL para os diferentes tipos de vegetação são apresentados na Figura 1, onde os mínimos valores ocorreram em setembro para o Cerrado e em outubro para as Florestas Amazônica e Mata Atlântica. O máximo valor ocorreu em janeiro para os biomas Floresta Amazônica e Cerrado, para a Mata Atlântica se deu no mês de maio.

Figura 1 - Variação mensal da PPL para os diferentes biomas.



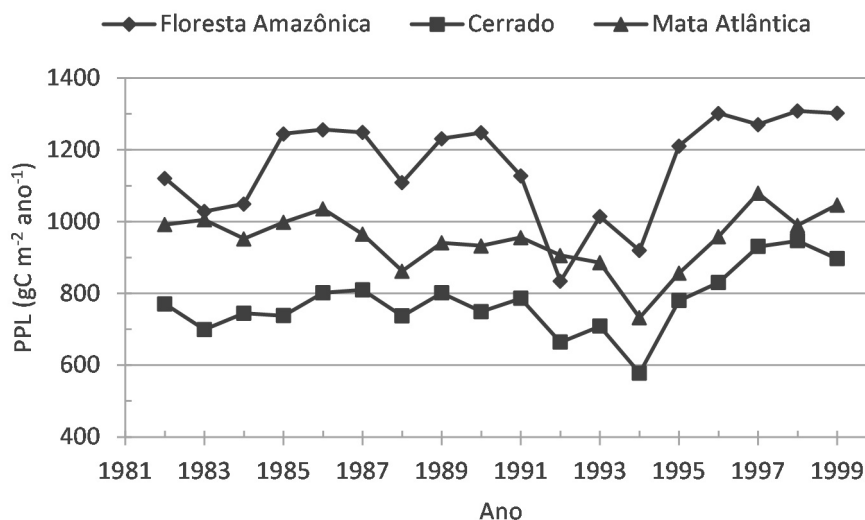
O Cerrado e a Floresta Amazônica demonstraram rápida recuperação na PPL, de modo que a Floresta Amazônica alcançou valores máximos três meses após seu valor mais baixo. A Mata Atlântica teve um atraso maior para atingir seu máximo valor, que ocorreu no mês de maio (Figura 1). No entanto, observou-se que a Mata Atlântica apresentou um comportamento diferenciado em relação aos demais biomas em estudo, pois a PPL ficou oscilando como uma onda, com pequenas amplitudes. Este fato se observa quando, anteriormente, foi analisado os valores máximo e mínimo deste bioma que, embora o máximo valor obtido (1007 gC m<sup>-2</sup>) tenha ocorrido apenas no mês de maio, em dezembro a PPL atingiu 998 gC m<sup>-2</sup>, o que demonstra uma diferença

mínima entre o maior valor obtido (Figura 1).

Outro ponto importante a se observar na Figura 1 é que a variabilidade mensal da Mata Atlântica é pequena ao longo dos meses alcançando amplitude de apenas  $173 \text{ gC m}^{-2}$ , enquanto a Floresta Amazônica apresenta  $845 \text{ gC m}^{-2}$  e o Cerrado,  $735 \text{ gC m}^{-2}$  de amplitude. Embora se fale em valores mínimos para a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, observa-se que estes valores são bem elevados,  $868 \text{ gC m}^{-2}$  e  $839 \text{ gC m}^{-2}$ , para Floresta Amazônica e Mata Atlântica, respectivamente. Porém, o Cerrado apresentou um baixo valor,  $300 \text{ gC m}^{-2}$ , no mês de setembro.

A distribuição interanual da PPL para os diferentes biomas é apresentada na Figura 2, mostrando que o ano em que se registrou o menor valor na PPL,  $834 \text{ gC m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ , para a Floresta Amazônica foi 1992. Este ano foi de El Niño forte, causando uma redução na precipitação e aumento na temperatura e radiação. Mas, de acordo com Chen et al. (2013), as secas reduzem a PPL em regiões úmidas, de modo que, para este ano, a PPL apresentou uma correlação negativa moderada com a radiação ( $r = -0,5$ ), enquanto a precipitação e a temperatura apresentaram correlações negativas fracas de  $-0,1$  e  $-0,3$ , respectivamente. Embora a correlação com a temperatura seja fraca, ela desempenha um papel importante reduzindo a PPL, pois um aumento na temperatura do ar ocasiona um aumento na respiração autotrófica da planta (Zhao e Running 2010), contribuindo para a redução da PPL. Contudo, a radiação foi determinante para reduzir a PPL na Floresta Amazônica neste ano.

Figura 2 - Variação interanual da PPL para diferentes biomas.



O ano de maior registro na PPL para a Floresta Amazônica foi 1998,  $1.308 \text{ gC m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$  coincidindo com um ano de La Niña, o que proporcionou um aumento na precipitação da região Nordeste. Mas o aumento na PPL para este ano deveu-se principalmente a precipitação, que apresentou correlação positiva forte de  $0,8$  e a temperatura, que apresentou correlação positiva moderada de  $0,5$ . A radiação apresentou correlação positiva fraca de  $0,2$ .

Para o Cerrado, o menor valor na PPL foi  $578 \text{ gC m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$  e ocorreu em 1994, de modo que a precipitação, neste ano, apresentou uma forte correlação positiva com a PPL de  $0,8$ , uma correlação negativa fraca com a temperatura e a radiação de  $-0,1$ , e  $-0,4$ , respectivamente. Embora neste ano o Cerrado tenha recebido um total de chuva acima de  $1.250 \text{ mm}$  não houve tempo para se recuperar da baixa quantidade de chuva do ano anterior, cerca de  $750 \text{ mm}$  para este bioma, o que deve ter contribuído para o baixo valor na PPL (Figura 2). O máximo

valor anual médio na PPL para o Cerrado ocorreu em 1998,  $990 \text{ gC m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$  e neste ano a correlação entre a PPL e a precipitação foi forte ( $r = 0,7$ ), enquanto a correlação com a temperatura foi fraca ( $r = 0,3$ ) e com a radiação foi muito fraca ( $r = -0,1$ ).

A Mata Atlântica também apresentou seu menor valor na PPL em 1994, apresentando correlação moderada positiva com a precipitação ( $r = 0,6$ ), e fraca com a temperatura e a radiação, ambas obtiveram ( $r = -0,2$ ), sendo que estas foram as variáveis que contribuíram para uma redução na PPL. O maior valor na PPL ocorreu no ano de 1997 e não se observou correlação com a precipitação, registou-se uma correlação fraca positiva com a radiação ( $r = 0,2$ ) e uma correlação forte negativa com a temperatura ( $r = -0,7$ ) (Figura 2).

Zhu e Southworth (2013) constataram uma correlação significativamente positiva entre a PPL e a precipitação para áreas arbustivas e de pastagens para a Savana Africana, não encontrando correlação com a precipitação para árvores da Savana. É importante mencionar que as correlações foram significativas a um nível de  $p < 0,05$ . Em trabalho realizado na Amazônia, Tian et al. (1998) encontraram correlação positiva entre a PPL e a precipitação para um período de 14 anos, sendo também encontrado neste presente trabalho para toda a série. As secas contribuem para a redução da PPL em regiões úmidas (Chen et al 2013), embora Etzold et al. (2014) recomende cautela em afirmar relação entre eles, pois observam que é necessária uma maior compreensão do local, bem como a disponibilidade de um conjunto de dados a longo prazo. Mohamed et al (2004) constataram correlação significativa entre a PPL e as variáveis climáticas, porém perceberam que embora alguns parâmetros como temperatura e cobertura de nuvens pareçam não contribuir para a variação temporal da PPL, eles permanecem sendo os preditores essenciais da PPL de vegetações tropicais.

Percebe-se que as variáveis climáticas influenciam a PPL de maneira diferenciada nas diferentes regiões e biomas, pois Piao et al. (2012) verificaram que o aumento na temperatura é acompanhado com um decréscimo na PPL, apresentando uma correlação inversa; enquanto que Bala et al. (2013) verificaram correlação positiva com a precipitação e a temperatura. Porém, Liang et al. (2013) observaram uma correlação positiva entre a PPL e a temperatura, mas não a ocorrência de correlação significativa com a precipitação, indicando que a variabilidade na precipitação tem efeito limitado sobre PPL.

Desse modo, Mohamed et al. (2004) encontraram que a precipitação foi quem ditou a variação interanual da PPL. Gong et al. (2012) constataram que a variação interanual da temperatura, precipitação e radiação contribuíram para a flutuação interanual da PPL. Enquanto que Liang et al. (2013) observaram que a temperatura foi o fator que mais controlou a PPL na maioria dos ecossistemas úmidos, não apresentando relação em zonas áridas e semiáridas.

#### *Correlação entre a variação mensal da PPL e as variações das variáveis climáticas*

Foi realizada uma regressão linear entre os principais fatores climáticos e a PPL para diferentes tipos de biomas, de modo que os máximos coeficientes de correlação foram obtidos e considerados como o coeficiente de correlação entre um fator climático e a PPL. Na Quadro 1 é apresentada a correlação do CV da PPL mensal com o CVs mensais das variáveis climáticas, onde se observa que, para a Floresta Amazônica, a precipitação foi o principal fator determinante para as flutuações mensais na PPL apresentando correlação moderada ( $r > 0,5$ ,  $p = 0,01$ ). A radiação e a temperatura apresentaram baixa correlação, como pode ser observado na Quadro 1.

Para o Cerrado, a radiação foi o principal fator determinante para as flutuações mensais na PPL,

apresentando correlação negativa moderada ( $r < -0,5$ ,  $p = 0,01$ ), enquanto a precipitação e a temperatura apresentaram correlações muito fracas (Quadro 1).

Na Mata Atlântica, a precipitação e a temperatura foram os principais fatores determinantes para as flutuações mensais na PPL, apresentando correlações positivas ( $r > 0,5$ ,  $p = 0,01$ ) (Quadro 1).

**Quadro 1 – Coeficientes de correlação obtidos no presente estudo.**

<b>CV Mensal da PPL</b>			
	Precipitação	Radiação	Temperatura
Floresta Amazônica	0,6	0,1	-0,2
Cerrado	0,2	-0,6	0,1
Mata Atlântica	0,8	0,1	0,5
<b>CV mensal das variáveis climáticas e suas médias mensais</b>			
Floresta Amazônica	0,9	0,5	0,1
Cerrado	-0,5	-0,7	0,3
Mata Atlântica	-0,4	-0,7	0,5
<b>CV Anual da PPL</b>			
Floresta Amazônica	0,2	-0,2	-0,1
Cerrado	0,0	-0,3	0,2
Mata Atlântica	0,5	0,1	-0,3
<b>CV Anual das variáveis climáticas e suas médias anuais</b>			
Floresta Amazônica	0,3	-0,6	0,1
Cerrado	0,0	-0,4	0,6
Mata Atlântica	-0,3	-0,6	0,1

\* Todas as análises foram estatisticamente significativas ao nível de 5%

Também foi observada a relação entre os CVs dos parâmetros climáticos e suas respectivas médias para investigar o grau de dependência entre elas, e o coeficiente de correlação entre eles é apresentado no Quadro 1. Desse modo, observa-se uma forte correlação com a precipitação para a Floresta Amazônica ( $r = 0,9$ ), correlação moderada com a radiação ( $r = 0,5$ ) e fraca com a temperatura ( $r = -0,2$ ). Isso demonstra uma grande dependência desse bioma com a precipitação. Porém, observou-se que a precipitação apresentou uma variabilidade elevada, com um CV variando de 30 a 59% no bioma Floresta Amazônica entre as médias mensais.

Verificou-se uma correlação negativa moderada com a precipitação ( $r = -0,5$ ) e com a radiação ( $r = -0,7$ ) e fraca com a temperatura ( $r = 0,3$ ) para o Cerrado, demonstrando uma relação inversa de maior dependência com a radiação. A variabilidade da precipitação para esse bioma foi praticamente a mesma observada para a Floresta Amazônica, entre 31 e 52%.

Para a Mata Atlântica se observa fraca correlação com a precipitação ( $r = -0,4$ ) e moderada com a radiação ( $r = -0,7$ ) e temperatura ( $r = 0,5$ ), demonstrando uma relação inversa com a radiação. A variabilidade da precipitação para esse bioma foi a maior entre os biomas, entre 29 e 76%. Porém, a radiação e a temperatura não apresentaram altos CVs para os biomas em estudo, de modo que a radiação apresentou um CV entre 4 e 13% e a temperatura um CV entre 2 e 4%.

Gong et al. (2012) exibiram uma correlação positiva entre o CV da PPL e o CV da temperatura e o CV da precipitação, apresentando uma correlação alta com o CV da radiação. Desse modo, eles constataram que a

precipitação e a radiação foram os fatores climáticos que contribuíram para as flutuações mensais da PPL.

#### *Correlação entre a variação interanual da PPL e as variáveis climáticas*

Para identificar os principais elementos climáticos que determinaram a variação interanual para os diferentes biomas foi analisada a correlação entre os CVs da PPL e os CVs das variáveis climáticas. Como se observa na Quadro 1, a Floresta Amazônica apresentou baixas correlações da PPL com a precipitação ( $r = 0,2$ ), com a radiação ( $r = -0,2$ ) e com a temperatura ( $r = -0,1$ ), de modo que se observa que os elementos climáticos não influenciam nas flutuações anuais da PPL para a Floresta Amazônica.

O Cerrado não apresentou correlação com a precipitação, apresentou baixa correlação com a radiação ( $r = -0,3$ ) e com a temperatura ( $r = 0,2$ ), conforme destacado na Quadro 1. De modo que esses fatores climáticos também não influenciam na flutuação anual da PPL para este bioma.

A Mata Atlântica apresentou correlação moderada com a precipitação ( $r = 0,5$ ), baixa com a radiação ( $r = 0,1$ ) e com a temperatura ( $r = -0,3$ ). De modo similar aos outros biomas, esses fatores climáticos não influenciaram na flutuação anual da PPL para este bioma (Quadro 1).

Também foi analisado o grau de dependência entre as variações dos parâmetros climáticos anuais e suas respectivas médias (Quadro 1). Observa-se que, para a Floresta Amazônica, ocorreu uma fraca correlação com a precipitação ( $r = 0,3$ ), correlação moderada com a radiação ( $r = -0,6$ ) e fraca com a temperatura ( $r = 0,1$ ). Isso demonstra uma dependência moderada e inversa desse bioma com a radiação.

O Cerrado não apresentou correlação com a precipitação, porém apresentou correlação fraca com radiação ( $r = -0,4$ ) e moderada com a temperatura ( $r = 0,6$ ). Desse modo, esse bioma demonstra uma relação direta de dependência com a temperatura, como pode ser observado por meio da Quadro 1.

Para a Mata Atlântica se observou fraca correlação com a precipitação ( $r = -0,3$ ), moderada com a radiação ( $r = -0,6$ ) e fraca com a temperatura ( $r = 0,1$ ), demonstrando uma relação inversa com a radiação (Quadro 1).

Observa-se que com o aumento ou diminuição da variabilidade da PPL com a variação da temperatura e um aumento na PPL pode ser parcialmente obtida da relação inversa entre a variabilidade interanual e a radiação. Embora os CVs para as médias anuais das variáveis climáticas sejam todos baixos (menor que 10% para todos os biomas), observa-se que o CV da PPL anual apresentou diferenças com o CV da PPL mensal apenas para o Cerrado, onde o mesmo CV da PPL anual alcançou um percentual de 43% e o mensal, apenas 23%.

Gong et al. (2012) constataram uma correlação negativa entre o CV da PPL e o CV da temperatura, mas correlação positiva com a precipitação e com a radiação. Contudo, Mohamed et al. (2004) verificaram que não ocorreu correlação entre o CV da PPL e o CV da temperatura para uma região de floresta tropical, porém exibiu correlação positiva fraca com o CV da precipitação. Eles constataram, ainda, que para a região de latitudes médias no hemisfério norte não há correlação entre o CV da PPL e o CV da precipitação, ocorre apenas uma correlação negativa moderada entre o CV da PPL e o CV da temperatura.

Portanto, observa-se que não ocorre comportamento similar entre os biomas, mesmo quando eles apresentam características semelhantes, como é o caso da Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, mas os biomas respondem de acordo com as características climáticas locais.



## CONCLUSÕES

A presente pesquisa comprova que a variabilidade nos teores de carbono absorvido pelos biomas Nordeste, Floresta Amazônica, Cerrado e Mata Atlântica decorre de flutuações mensais na PPL devido aos elementos climáticos que atuam sobre estes biomas e não de sua variabilidade interanual.

## REFERÊNCIAS

- Alves EDL e Vecchia FAS. 2011. Análise de diferentes métodos de interpolação para a precipitação pluvial no Estado de Goiás. **Acta Scientiarum**, 33(2):193-197.
- Bai J, Chen X, Li L, Luo G e Yu Q. 2014. Quantifying the contributions of agricultural oasis expansion, management practices and climate change to net primary production and evapotranspiration in croplands in arid northwest China. **Journal of Arid Environments**, 100-101(1):31-41.
- Bala G, Joshi J, Chaturvedi RK, Gangamani HV, Hashimoto H e Nemani R. 2013. Trends and Variability of AVHRR-Derived PPL in India. **Remote Sensing**, 5(2):810-829.
- Barbosa HA, Huete AR e Baethgen WE. 2006. A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, 67(2):288–307.
- Baret F e Olioso O. 1989. Estimation à partir de mesures de réflectance spectrale du rayonnement photosynthétiquement actif absorbé PAR une culture de blé. **Agronomie**, 9(9):885-895.
- Beedlow PA, Tingey DT, Phillips DL, Hogsett WE e Olszyk DM. 2004. Rising atmospheric CO<sub>2</sub> and carbon sequestration in forests. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 2(6):315–322.
- Berberoglu S, Evrendilek F, Ozkan C e Donmez C. 2007. Modeling Forest Productivity Using Envisat MERIS Data. **Sensors**, 7(10):2115-2127.
- Bradford JB, Hicke JA e Lauenroth WK. 2005. The relative importance of light-use efficiency modifications from environmental conditions and cultivation for estimation of large-scale net primary productivity. **Remote Sensing of Environment**, 96(2): 246–255.
- Chen T, van der Werf GR, Jeu RAM, Wang G e Dolman AJ. 2013. A global analysis of the impact of drought on net primary productivity. **Hydrology and Earth System Sciences**, 17:3885-3894.
- Crabtree R, Potter C, Mullen R, Sheldon J, Huang S, Harmsen J, Rodman A e Jean C. 2009. A modeling and spatio-temporal analysis framework for monitoring environmental change using PPL as an ecosystem indicator. **Remote Sensing of Environment**, 113(7):1486–1496.
- Churkina G e Running SW. 1998. Contrasting Climatic Controls on the Estimated Productivity of Global Terrestrial Biomes. **Ecosystems**, 1(2):206-215.

Del Grosso S, Parton W, Stohlgren T, Zheng D, Bachelet D, Prince S, Hibbard K e Olson R. 2008. Global Potential Net Primary Production Predicted From Vegetation Class, Precipitation, And Temperature. **Ecology**, 89(8):2117–2126.

Deyong Y, Wenquan Z e Yaozhong P. 2008. The role of atmospheric circulation system playing in coupling relationship between spring PPL and precipitation in East Asia area. **Environmental Monitoring and Assessment**, 145(1-3):135-143.

Etzold S, Waldner P, Thimonier A, Schmitt M e Dobbertin M. 2014. Tree growth in Swiss forests between 1995 and 2010 in relation to climate and stand conditions: Recent disturbances matter. **Forest Ecology and Management**, 311(1):41-55.

Fang J Y, Piao SL, Tang Z, Peng C e Ji W. 2001. Interannual Variability in Net Primary Production and Precipitation. **Science**, 293(5535):1723a.

Fensholt R, Sandholt I, Rasmussen MS, Stisen S e Diouf A. 2006. Evaluation of satellite based primary production modeling in the semi-arid Sahel. **Remote Sensing of Environment**, 105(3):173-188.

Gong W, Wang L, Lin A e Zhang M. 2012. Evaluating the monthly and interannual variation of net primary production in response to climate in Wuhan during 2001 to 2010. **Geosciences Journal**, 16(3):347-355.

Hilker T, Hall FG, Coops NC, Lyapustin A, Wang Y, Nesic Z, Grant N, Black TA, Wuder MA, Kljun N, Hopkins C e Chasmer L. 2010. Remote sensing of photosynthetic light-use efficiency across two forest biomes: Spatial scaling. **Remote Sensing of Environment**, 114(12):2863-2874.

Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, Collins W, Deaven D, Gandin L et al. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. **Bulletin American Meteorology Society**, 77(3):437-471.

Landmann T e Dubovyk O. 2014. Spatial analysis of human-induced vegetation productivity decline over eastern Africa using a decade (2001–2011) of medium resolution MODIS time-series data. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 33(12):76–82.

Mohamed MAA, Babiker IS, Chen ZM, Ikeda K, Ohta K e Kato K. 2004. The role of climate variability in the inter-annual variation of terrestrial net primary production (NPP). **Science of the Total Environment**, 332(1-3):123–137.

Piao S, Ciais P, Lomas M, Beer C, Liu H, Fang J, Friedlingstein P, Huang Y, Muraoka H, Son Y e Woodward I. 2011. Contribution of climate change and rising CO<sub>2</sub> to terrestrial carbon balance in East Asia: A multi-model analysis. **Global and Planetary Change**, 75(3-4):133-142.

Piao S, Tan K, Nan H, Ciais P, Fang J, Wang T, Vuichard N e Zhu B. Impacts of climate and CO<sub>2</sub> changes on the vegetation growth and carbon balance of Qinghai–Tibetan grasslands over the past five decades. **Global and Planetary Change**, 98-99:73-80.

Saldarriaga JG e Luxmoore RJ. 1991. Solar energy conversion efficiencies during succession of a tropical rain forest in Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, 7(2):233-242.

Tian H, Melillo JM, Kicklighter DW, McGuire AD, Helfrich JVK, Moore B e Charles JV. 1998. Effect of interannual climate variability on carbon storage in Amazonian ecosystems. **Nature**, 396(12):664-667.

Watson RT e Noble IR. 2005. The global imperative and policy for carbon sequestration. In: Griffiths H e Jarvis PG (Eds), **The Carbon Balance of Forest Biomes**, Edinburg: Taylor & Francis, Edinburg, UK, p. 1-17.

Zhao M e Running S. 2010. Drought-Induced Reduction in Global Terrestrial Net Primary Production from 2000 Through 2009. **Science**, 329(5994):940-943.

Zhu L e Southworth J. 2013. Disentangling the Relationships between Net Primary Production and Precipitation in Southern Africa Savannas Using Satellite Observations from 1982 to 2010. **Remote Sensing**, 5(8):3803-3825.