



## Potential for nutrient contribution from litter in a seasonally dry forest

### *Potencial de aporte de nutrientes pela serapilheira em floresta sazonalmente seca*

José Frédson Bezerra Lopes<sup>1\*</sup> Eunice Maia de Andrade<sup>2</sup>, Lindbergue Araújo Crisóstomo<sup>3</sup>, Meilla Marielle Araújo Rodrigues<sup>4</sup>

**Abstract:** Litter is the most important way of transferring essential elements from vegetation to the soil. This is due to nutrient cycling, a process by which decomposition of the litter adds nutrients to the soil. An understanding of this process goes beyond the need for knowledge of nutrient dynamics, since it is a question of understanding the way in which ecosystems function in the search for a correct use of natural resources. The aim of this study was to quantify the average concentrations of the following nutrients: Nitrogen (N), phosphorus (P), Potassium (K), and Organic Carbon (C) in litter remaining in an area of tropical dry forest - Caatinga. The work was carried out on the Elias Andrade Private Natural Heritage Reserve (PNHR) of the Irmãos Andrade Farm, located in the semi-arid region of the State of Ceará. In February 2009, 48 nylon *litter bags* were randomly distributed, each containing 30 g of litter collected in the area of the Reserve. Every two months, from February 2009 to January 2011, four bags were randomly collected. Over time, variations were seen in the average levels of N, P and K for the litter in the nylon bags. The nutrient with the greatest contribution to the system from the litter was Nitrogen, followed by K and P. The highest N content occurred at the beginning of the experiment. The C content decreased over the study period. The mean C to N ratio of the litter was 21, which was in the borderline range between the processes of mineralisation and immobilisation.

**Key words:** Nutrient cycling. Decomposition. *Litter bags*. C to N ratio. Semi-arid region.

**Resumo:** A serapilheira constitui o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo. Isso se dá pela ciclagem de nutrientes, processo pelo qual a decomposição da serapilheira aporta nutrientes ao solo. A compreensão desse processo vai além da necessidade do conhecimento da dinâmica dos nutrientes, pois se trata de entender o funcionamento dos ecossistemas na busca por um uso correto dos recursos naturais. Assim, objetivou-se com este trabalho quantificar a concentração média dos seguintes nutrientes: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K) e Carbono orgânico (C) da serapilheira remanescente em área de floresta seca tropical - Caatinga. O trabalho foi conduzido em Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Elias Andrade, pertencente à Fazenda Irmãos Andrade, inserida no semiárido cearense. Em fevereiro de 2009, foram distribuídas aleatoriamente 48 sacolas de náilon (*litter bags*) que continham, cada uma, 30 g de serapilheira colhida na área da Reserva. Bimestralmente, entre os meses de fevereiro/2009 e janeiro/2011, coletou-se aleatoriamente quatro sacolas. Observaram-se variações nos teores médios de N, P e K da serapilheira acondicionada nas sacolas de náilon (*litter bags*) ao longo do tempo. O nutriente de maior aporte ao sistema pela serapilheira foi o N, seguido do K e P. Os maiores teores de N ocorreram no início do experimento. O teor de C diminuiu ao longo do período de estudo. A média da relação C/N da serapilheira foi de 21, encontrando-se na faixa limítrofe entre o processo de mineralização e imobilização.

**Palavras-chave:** Ciclagem de nutrientes. Decomposição. *Litter bags*. Relação C/N. Semiárido.

\*Corresponding author

Posted to 22/09/2017 and approved on 23/09/2017

<sup>1</sup>Post-Graduate student in the Master's Program in Agricultural Engineering, PPGEA/DENA/CCA/UFC, Av. Mister Hull S/N, Block 804, Pici Campus, 60455-970, PO Box: 12161, Fortaleza, CE, Brazil, fredsonbezerra26@gmail.com

<sup>2</sup>Ph.D., Professor, Federal University of Ceará, DENA/CCA/UFC, eandrade@ufc.br

<sup>3</sup>Researcher, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, lindbergue.crisostomo@embrapa.br

<sup>4</sup>Agronomic Engineer from the Federal University of Ceará (UFC), meillamarielle@hotmail.com

## INTRODUCTION

Litter is considered an important component of a forest ecosystem, since it is responsible for nutrient cycling, in addition to expressing the productive capacity of the forest by relating the available nutrients to the nutritional needs of a given species. Litter is usually composed of more than 50% leaves (LOPES *et al.*, 2009).

In forests, the accumulation of litter on the soil surface plays a significant role in the dynamics of these ecosystems, since much of the energy flowing in the system is concentrated in this compartment, leading to the predominance of the trophic chains of the debris and the transformations associated with nutrient cycling (DUBBIN *et al.*, 2006). Knowledge of litter production and decomposition, as well as the model of nutrient release, is important for understanding the process of nutrient cycling in forest ecosystems.

In areas of tropical forest, especially caatinga, studies involving the processes of litter deposition and decomposition, as well as of nutrient cycling, are still in the early stages. Climate factors, soil types, soil biota, the composition of plant communities, levels of disturbance of these communities, and their interactions with the processes of this tropical forest have also been little investigated. However, when considering the various forest environments, several studies can be found that seek to understand the dynamics of these processes in natural and managed environments. (ROGERS, 2002; SOUTO *et al.*, 2009; VIERA; SCHUMACHER, 2010).

In forest ecosystems, nutrient cycling has been studied in order to gain better knowledge of nutrient dynamics in these environments, not only to understand the functioning of these ecosystems, but also to seek information on how forest management practices have an impact on these dynamics in the search for a more balanced use of natural resources. A number of studies have addressed these issues (VIERA; SCHUMACHER, 2010; LOPES *et al.*, 2009; NUNES *et al.*, 2012; HENRIQUES *et al.*, 2016). Loranger and Ponge (2002) and Souto *et al.* (2009) report that the decomposition of plant remains involves leaching, separation by soil fauna, the transformation of organic matter by microorganisms, and the transfer of organic and mineral components to the soil. Despite being an essentially biological process, it is also subject to the influence of abiotic factors through its effects on soil fauna.

Therefore, in the search to add to existing information, the aim of this study was to quantify the average concentration of N, P, K and organic carbon in the litter remaining in an area of a tropical dry forest - Caatinga.

## INTRODUÇÃO

A serapilheira é considerada um componente importante dentro de um ecossistema florestal, pois responde pela ciclagem de nutrientes, além de indicar a capacidade produtiva da floresta ao relacionar os nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais de uma dada espécie. Essa serapilheira, normalmente, apresenta em sua composição mais de 50% de folhas (LOPES *et al.*, 2009).

Em florestas, o acúmulo de serapilheira sobre a superfície do solo tem papel significativo na dinâmica desses ecossistemas, pois grande parte da energia que flui neste sistema está concentrada nesse compartimento, desse modo, ocorre a predominância das cadeias tróficas de detritos e as transformações associadas à ciclagem dos nutrientes (DUBBIN *et al.*, 2006). O conhecimento sobre a produção e decomposição da serapilheira, como também o modelo de liberação de nutrientes, é importante para se compreender o processo de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.

Em áreas da floresta tropical – Caatinga, particularmente, os estudos envolvendo os processos de deposição e decomposição de serapilheira, bem como de ciclagem de nutrientes, ainda são incipientes. Fatores climáticos, tipos de solos, biota do solo, composição de comunidades vegetais, níveis de perturbações dessas comunidades e suas interações com os processos dessa floresta tropical também têm sido pouco investigado. Mas, ao se considerar os diversos ambientes florestais, verifica-se que há vários estudos que buscam entender a dinâmica desses processos nos ambientes naturais e manejados (ROGERS, 2002; SOUTO *et al.*, 2009; VIERA; SCHUMACHER, 2010).

Em ecossistemas florestais, a ciclagem de nutrientes tem sido estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nesses ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também para buscar informações de como as práticas de manejo florestal impactam essa dinâmica, na busca pela utilização mais equilibrada dos recursos naturais. Vários estudos vêm abordando esses temas (VIERA; SCHUMACHER, 2010; LOPES *et al.*, 2009; NUNES *et al.*, 2012; HENRIQUES *et al.*, 2016). Loranger e Ponge (2002) e Souto *et al.* (2009) relatam que a decomposição de restos de plantas envolve a lixiviação, separação por meio da fauna do solo, transformação da matéria orgânica pelos microrganismos e transferência dos componentes orgânicos e minerais para o solo. Apesar de ser um processo essencialmente biológico, também está sujeito à influência dos fatores abióticos através de seus efeitos na fauna do solo.

Portanto, na busca de contribuir com as informações já existentes, objetivou-se com este trabalho quantificar a concentração média de N, P, K e Carbono orgânico da serapilheira remanescente em área de uma floresta seca tropical - Caatinga.

## MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out on the Elias Andrade Private Natural Heritage Reserve (PNHR), which has an area of 240 ha and has not been exploited for approximately 50 years. It is located on the Irmãos Andrade Farm in the municipality of General Sampaio, located in the north of the State of Ceará (CE), at a distance of 113 km from Fortaleza, the state capital. The area is inserted in the Curu River Basin, with its centre at 4°03'10" S and 39°2'16" W, at an altitude of 155 m. According to the Koppen classification, the climate in the region is of type BSw'h', i.e. semi-arid hot with rain in the autumn, and average monthly temperatures always above 18°C. Average annual precipitation is 800 mm, with the rainy season occurring from January to June and concentrated from March to May. The monthly rainfall during the period of study is shown in Figure 1.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Elias Andrade, que tem área de 240 ha e não é explorada há, aproximadamente, 50 anos. Está situada na fazenda Irmãos Andrade no município de General Sampaio, Ceará, localizada ao Norte do estado, a uma distância de 113 km de Fortaleza, capital do estado. Essa área está inserida na Bacia do Curu, com coordenadas geográficas do ponto central 4°03'10" S e 39° 27' 16" W e altitude de 155 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo BSw'h', ou seja, semiárido quente com chuvas de outono, com temperaturas médias mensais sempre superiores a 18 °C. A precipitação média anual é de 800 mm, sendo que o período chuvoso ocorre de janeiro a junho, com uma concentração nos meses de março a maio. A precipitação pluviométrica mensal durante o período do estudo é apresentada na Figura 1.

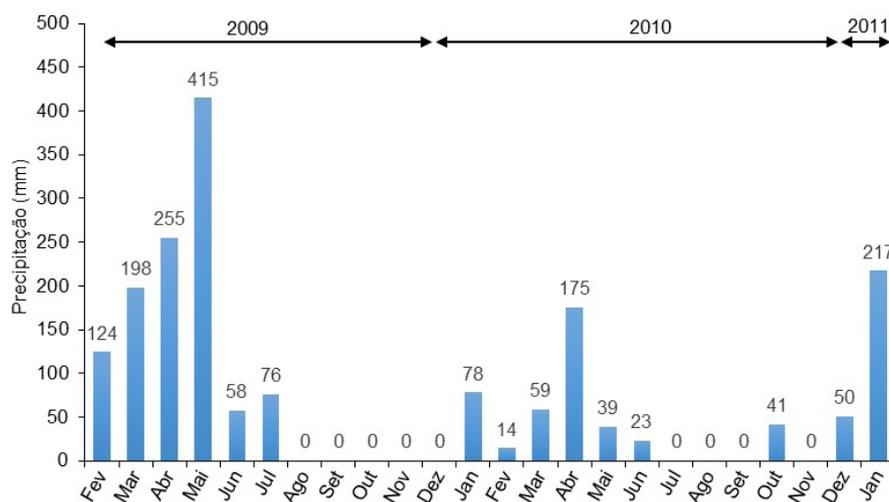


Figure 1 - Monthly rainfall during the period of study, Elias Andrade PNHR, General Sampaio, CE.

*Figura 1 - Precipitação pluviométrica mensal durante o período de estudo RPPN – Elias Andrade, General Sampaio, CE.*

In order to quantify the levels of N, P, K and Organic Carbon remaining in the decomposing litter, starting in January 2009, litter that had been naturally deposited on the ground was collected. This material was taken to the Laboratory and dried in a forced air circulation oven at a temperature of  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  to constant weight. Forty-eight 0.20 x 0.20 m bags were made from a 1.0 mm mesh, and 30 g of litter was placed in each bag.

In February 2009, the 48 bags containing litter were randomly distributed over the study area. Thereafter, every two months, four bags (replications) were randomly collected. The factor under study consisted of the period of evaluation, giving a total of 12 treatments.

Para quantificar os teores de N, P, K e Carbono Orgânico remanescentes na serapilheira em decomposição, realizou-se, inicialmente, em janeiro de 2009, a coleta da serapilheira que se encontrava depositada naturalmente sobre o solo. Esse material foi levado ao Laboratório e seco em estufa de circulação forçada a uma temperatura de  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  até apresentar peso constante. Confeccionou-se 48 sacolas nas dimensões de 0,20 x 0,20 m, em malha de 1,0 mm. Em cada sacola foram colocados 30 g de serapilheira.

Em fevereiro de 2009, as 48 sacolas com serapilheira foram distribuídas aleatoriamente na área de estudo. A partir daí, a cada dois meses, coletou-se aleatoriamente quatro sacolas (repetições). O fator em estudo consistiu da época de avaliação, sendo um total de 12 tratamentos.

The remaining material from each bag was dried in a forced air circulation oven at 70°C to constant weight. The variables to be evaluated were the levels of N, P, K and C in the litter, as per a methodology from EMBRAPA (1997).

As the data were non-parametric, standard deviation was applied to the investigated variables. An isoline was plotted on the standard deviations of the treatments (sampling period for each attribute) starting with the first period. When the isoline passes within the interval of the standard deviation of any period, it means that period does not differ statistically from the first period.

## RESULTS AND DISCUSSION

The mean bimonthly values for the concentration of nutrients remaining in the litter from the bags are shown in Figure 2. Little variation in nutrient concentration was seen throughout the period under investigation, where the intensity may have been regulated by the different fractions that made up the litter placed in the bags.

O material remanescente de cada sacola foi seco em estufa de circulação forçada a 70 °C, até atingir peso constante. As variáveis avaliadas foram os teores de N, P, K e C na serapilheira, conforme metodologia da EMBRAPA (1997).

Por se tratar de dados não paramétricos, aplicou-se o desvio padrão nas variáveis investigadas. Trançou-se uma isolinha nos desvios padrões dos tratamentos (épocas de amostragem para cada atributo) a partir da primeira época. Quando a isolinha passa no intervalo do desvio padrão de uma época, significa que não difere estatisticamente do primeiro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios bimensais da concentração de nutrientes remanescentes na serapilheira das *litter bags* são apresentados na Figura 2. Observou-se pouca variação nas concentrações dos nutrientes ao longo do período investigado, cuja intensidade foi regulada, possivelmente, pelas diferentes frações que compuseram a serapilheira acondicionadas nas *litter bags*.

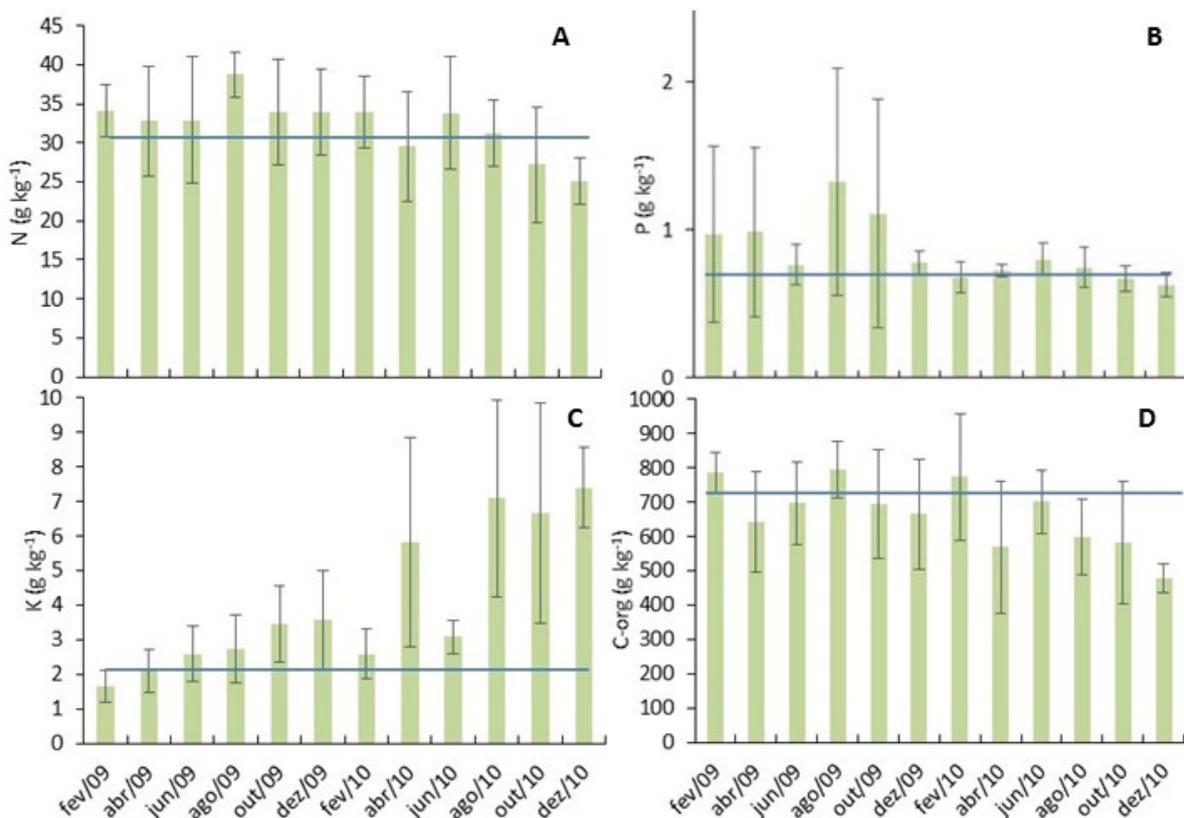


Figure 2 - Mean levels for the nutrients N (A), P (B), K (C) and C-org (D), and standard deviation of the monthly mean value, for the remaining litter in an area of caatinga on the Elias Andrade PNHR, General Sampaio, CE.

Figura 2 - Teores médios dos nutrientes N (A), P (B), K (C) e C-org (D) e Desvio Padrão da média mensal da serapilheira remanescente, em área de Caatinga da RPPN – Elias Andrade, General Sampaio, CE.

According to Meguro *et al.* (1980), differences between elements are associated with the functional characteristics of each nutrient in the plant metabolism, with the diversity of flow control and reflux in the rapid and slow cycling compartments before organ abscission in each species, and even with the characteristics of the soil compartment.

The macronutrient with the highest concentration was N (Figure 2A). August 2009 and December 2010, with 38.76 g kg<sup>-1</sup> and 25.02 g kg<sup>-1</sup> respectively, showed the highest and lowest concentrations of this nutrient. Despite a tendency for the concentration to decrease over time, the values for February 2009 only differed statistically from August 2009 and December 2010, since the standard deviation isoline did not include these months (Figure 2A). Souto *et al.* (2009), in a study carried out to determine the chemical characteristics of litter deposited in a fragment of caatinga in the State of Paraíba, obtained different results. In their study, the concentrations of N ranged from 12.43 g kg<sup>-1</sup> (start of the study) to 17.33 g kg<sup>-1</sup> (at the end of two years); the concentration of N therefore increased throughout the study. In a study of nutrient cycling in an area of caatinga in the State of Rio Grande do Norte, Santana (2005) found an initial concentration of 19.5 g kg<sup>-1</sup> of this element in a mixture of leaves from *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Aspidosperma pyriforme* Mart., and *Croton sonderianus* Müll. Arg.

There was no statistical difference between the months under study for P levels (Figure 2B), the highest value being recorded in August 2009, at 1.32 g kg<sup>-1</sup>. The mean concentration during the period of study was 0.85 g kg<sup>-1</sup>. The values for the present study were similar to those found by Souto *et al.* (2009), who found a concentration of 1.23 g kg<sup>-1</sup> at the end of the second year of observation, and a mean concentration of 0.91 g kg<sup>-1</sup>. In an area of caatinga in the State of Rio Grande do Norte, Santana (2005) obtained initial levels of P from 0.80 g kg<sup>-1</sup> to 8.00 g kg<sup>-1</sup> in litter from the leaves of *Caesalpinia pyramidalis* Tul. and *Aspidosperma pyriforme* Mart. respectively.

The macronutrient with the second highest concentration was K (Figure 2C). Values for K showed a large variation during the period under study, with the initial concentration statistically different in October 2009, and from April to December 2010. The highest value was recorded in December 2010, with 7.41 g kg<sup>-1</sup>. In general, this element presented an increase in concentration during the period under study. This behaviour differs from that seen by Souto *et al.* (2009), who found in their study a variation in the concentration from 3.26 g kg<sup>-1</sup> to 0.54 g kg<sup>-1</sup>, for the start and end of the study respectively. The results found here point to a possible contamination of the litter contained in the litter bags by clay particles carried in the surface runoff.

The mean values for the nutrients N and K for the period under study were higher than those found in other forest environments. Godinho *et al.* (2014), in a study to

Segundo Meguro *et al.* (1980), as diferenças entre elementos estão associadas às características funcionais de cada nutriente no metabolismo da planta, na diversidade do controle de fluxo e refluxo nos compartimentos de rápida ciclagem e lenta ciclagem, antes da abscisão dos órgãos em cada espécie e, mesmo, das características do compartimento solo.

O macronutriente que apresentou a maior concentração foi o N (Figura 2A). Os meses de agosto/2009 e dezembro/2010, com 38,76 g kg<sup>-1</sup> e 25,02 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, apresentaram a maior e a menor concentração desse nutriente. Apesar da tendência de diminuição da concentração com o tempo, os valores de fevereiro/2009 diferiram estatisticamente apenas dos meses de agosto/2009 e dezembro/2010, uma vez que a isolinha do desvio padrão deixa de tocá-los (Figura 2A). Souto *et al.* (2009), em estudo realizado para determinar as características químicas da serapilheira depositada em um fragmento de área de Caatinga Paraibana, obtiveram resultados diferentes. Em seu estudo as concentrações de N variaram de 12,43 g kg<sup>-1</sup> (início do estudo) a 17,33 g kg<sup>-1</sup> (ao final de dois anos), portanto, a concentração de N cresceu ao longo do seu estudo. Em estudo sobre a ciclagem de nutrientes, em área de Caatinga no Rio Grande do Norte, Santana (2005) encontrou uma concentração inicial de 19,5 g kg<sup>-1</sup> desse elemento em uma composição de folhas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Aspidosperma pyriforme* Mart. (pereiro) e *Croton sonderianus* Müll. Arg. (marmeleiro).

Quanto à concentração de P (Figura 2B), não houve diferença estatística entre os meses estudados, sendo o maior valor registrado em agosto/2009, com 1,32 g kg<sup>-1</sup>. A concentração média, durante o período estudado, foi de 0,85 g kg<sup>-1</sup>. Os valores deste estudo se aproximaram dos encontrados por Souto *et al.* (2009), que observaram concentração de 1,23 g kg<sup>-1</sup> ao final do segundo ano de observação e concentração média de 0,91 g kg<sup>-1</sup>. Já Santana (2005), em área de caatinga no Rio Grande do Norte, obteve teores iniciais de P de 0,80 g kg<sup>-1</sup> a 8,00 g kg<sup>-1</sup> em serapilheira de folhas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. e de *Aspidosperma pyriforme* Mart. (pereiro), respectivamente.

O K foi o macronutriente que apresentou a segunda maior concentração (Figura 2C). Os valores de K apresentaram grandes variações no período estudado, sendo a concentração inicial estatisticamente diferente dos meses de outubro/2009 e de abril a dezembro/2010. O maior valor foi registrado em dezembro/2010, com 7,41 g kg<sup>-1</sup>. Esse elemento apresentou, de modo geral, aumento da concentração ao longo do período estudado. Esse comportamento difere do observado por Souto *et al.* (2009), que em seu estudo observaram variação da concentração de 3,26 g kg<sup>-1</sup> a 0,54 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, para o início e fim do estudo. Os resultados aqui encontrados apontam para uma provável contaminação da serapilheira contida

quantify the biomass and nutrients of litter accumulated in a Submontane Seasonal Semi-deciduous Forest in the State of Espírito Santo, found values of 17.27 g kg<sup>-1</sup> N, 0.76 g kg<sup>-1</sup> P, and 2.55 g kg<sup>-1</sup> K. In the present study, mean values of 32.25 g kg<sup>-1</sup> N, 0.85 g kg<sup>-1</sup> P, and 4.05 g kg<sup>-1</sup> K were found. The total amount of mineral nutrients in a forest is determined by the amount in the vegetation (leaves, branches, bark, wood, roots), in the litter and in the soil.

There were variations in the levels of C over the months, with a tendency to decrease with time, the first month and August 2010 and December 2010 being statistically different (Figure 1D). Maximum concentrations of 790 g kg<sup>-1</sup> were found in February 2009 and August 2009, and a minimum of 480 g kg<sup>-1</sup> in December 2010. The values for C found in this study are higher than those found in other studies carried out in the Caatinga. Souto *et al.* (2009) found that over two years, the carbon content ranged from 415 g kg<sup>-1</sup> to 394 g kg<sup>-1</sup>. Santana (2005), in litter composed only of leaves, also found carbon values of around 400 g kg<sup>-1</sup>.

A mean value of 21 was obtained for the C to N ratio (Figure 3). No statistical difference was found during the period of study, as can be seen from the standard deviation isoline. Thus, it can be seen that the C to N ratio remained balanced, as per Siqueira and Franco (1988). This balance favours maintenance of the litter, with consequently less N available to be used in decomposition. It should be noted however, that in April, August and December 2010 the process of mineralisation predominated, since the C to N ratio was less than 20.

Where the litter shows a C to N ratio greater than 30, the N is immobilised and, as a consequence, there is a reduction in N (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) and (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) availability in the soil.

nos *litter bags* por partículas de argila carreadas pelo escoamento superficial.

Os valores médios dos nutrientes N e K, para o período de estudo, mostraram-se superiores aos encontrados em outros ambientes florestais. Godinho *et al.* (2014), em estudo para a quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES, encontraram valores de 17,27 g kg<sup>-1</sup> de N; 0,76 g kg<sup>-1</sup> de P; 2,55 g kg<sup>-1</sup> de K. No presente estudo, foram encontrados teores médios de: 32,25 g kg<sup>-1</sup> de N; 0,85 g kg<sup>-1</sup> de P; 4,05 g kg<sup>-1</sup> de K. A quantidade total de nutrientes minerais em uma floresta é determinada pela sua quantidade na vegetação (folhas, ramos, cascas, lenho, raízes), na serapilheira e no solo.

O teor de C apresentou variações ao longo dos meses, com tendência a diminuir com o tempo, sendo estatisticamente diferentes o primeiro mês e os de agosto/2010 e dezembro/2010 (Figura 1D). Observaram-se concentrações máximas, de 790 g kg<sup>-1</sup>, nos meses de fevereiro/2009 e agosto/2009, e mínima, de 480 g kg<sup>-1</sup>, no mês dezembro/2010. Os valores de C encontrados nesse trabalho são superiores aos encontrados em outras pesquisas realizadas na Caatinga. Souto *et al.* (2009) observaram que o teor de carbono oscilou, em 2 anos, de 415 g kg<sup>-1</sup> a 394 g kg<sup>-1</sup>. Santana (2005), em serapilheira composta apenas por folhas, também observou valores de carbono no entorno de 400 g kg<sup>-1</sup>.

No que se refere à relação C/N, obteve-se uma média de 21 (Figura 3). Verifica-se que não houve diferença estatística durante o período estudado, como pode ser visto pela isolinha de desvio padrão. Assim, observa-se que a relação C/N manteve-se em equilíbrio, conforme Siqueira e Franco (1988). Esse equilíbrio favorece a manutenção da serapilheira e, conseqüentemente, menor disponibilidade do N a ser empregado na decomposição. Destaque-se, porém, que nos meses de abril, agosto e dezembro de 2010

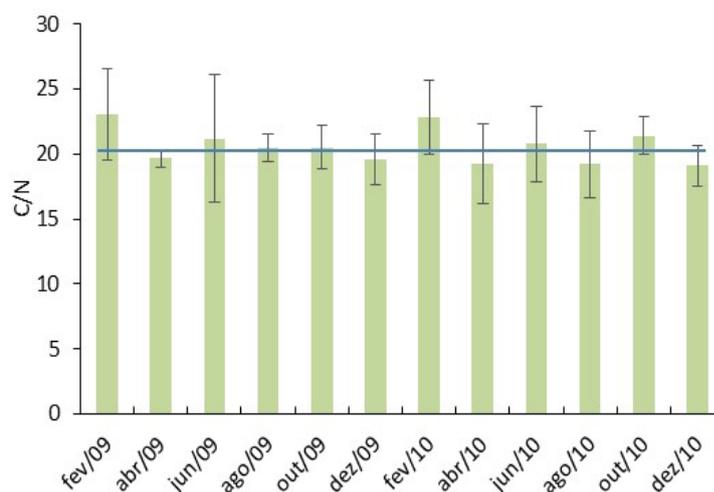


Figure 3 - C/N values for the remaining litter in an area of caatinga on the Elias Andrade PNHR, General Sampaio, CE.

*Figura 3 - Valores de C/N da serapilheira remanescente, em área de Caatinga da RPPN – Elias Andrade, General Sampaio, CE.*

When the ratio is in the range of 20-30, the processes of immobilisation and mineralisation are equal, and below 20 mineralisation occurs due to the greater availability of nitrogen compounds. Therefore, considering the direct relationship of C and N in determining the C to N ratio, it can be seen that there was a balance in the release of N and C, since this ratio fell into the range where the processes of immobilisation and mineralisation are equal.

At the end of the experiment, the C to N ratio was 19, therefore a low. This variation in the C to N ratio is closely related to the processes of nutrient mineralisation and immobilisation, with the emphasis on N. The balance between these two processes is complex, and depends on the quality of the decomposing residue. Souto *et al.* (2009) saw a variation in the C to N ratio of 33 to 23 after 2 years of study. In their study, the authors also found that the reduction in the C to N ratio was much greater during the first year, reaching 85% of the total variation.

It is possible that litter formed by different materials presents different concentrations of nutrients. In this study, mineral nutrients had the following concentration sequence: N > K > P. Several factors may be associated with the variation in the levels of these nutrients, which may interfere with the rate of decomposition and nutrient return to the soil; these include contamination of the nylon litter bags, litter originating from different species, the lignin and cellulose content, rainfall, soil moisture, temperature, soil fertility, and the characteristics of the soil biota.

## CONCLUSIONS

The nutrient with the greatest contribution to the system by the litter was nitrogen, followed by potassium and phosphorus;

The highest levels of N occurred at the beginning of the experiment;

The organic carbon content decreased over the period of study;

The mean value for the C to N ratio of the litter was 21, which was in the borderline range between the processes of mineralisation and immobilisation.

predominou o processo de mineralização, pois a relação C/N foi inferior a 20.

Quando a serapilheira apresenta relação C/N superior a 30, o N fica imobilizado e, como consequência, há redução na disponibilidade de N ( $\text{NH}_4^+$ ) e N ( $\text{NO}_3^-$ ) no solo. Quando a relação fica na faixa de 20-30, os processos de imobilização e mineralização se igualam, e abaixo de 20 ocorre a mineralização com a maior disponibilidade de compostos nitrogenados. Dessa forma, considerando a relação direta do C e N na determinação da C/N, percebe-se que houve um equilíbrio na liberação de N e C, uma vez que essa relação situou-se na faixa em que os processos de imobilização e mineralização se igualam. Assim, deverá haver maior acúmulo de serapilheira na superfície do solo quando se têm materiais com relações C/N superiores a 20 e vice-versa.

No final do experimento, a relação C/N foi de 19, portanto, baixa relação. Essa variação da relação C/N tem estreita relação com os processos de mineralização e imobilização dos nutrientes, principalmente, o N. O balanço entre esses dois processos é complexo e depende da qualidade do resíduo em decomposição. Souto *et al.* (2009) observaram variação da relação C/N de 33 a 23, após 2 anos de estudo. Em seu estudo, esses autores observaram também que a redução da relação C/N foi muito maior no primeiro ano, atingindo 85% de toda variação.

É possível que serapilheira formada por diferentes materiais apresente diferentes concentrações de nutrientes. Nesse estudo, os nutrientes minerais seguiram a seguinte sequência de concentração: N > K > P. Diversos fatores podem estar associados à variação no conteúdo desses nutrientes, os quais podem interferir na taxa de decomposição e no retorno dos nutrientes ao solo. Dentre esses, cita-se: contaminação das sacolas de náilon (*litter bags*), serapilheira proveniente de diferentes espécies, conteúdo de lignina e celulose, precipitação pluviométrica, umidade do solo, temperatura, fertilidade do solo e características da biota do solo.

## CONCLUSÕES

O nutriente de maior aporte ao sistema pela serapilheira foi o nitrogênio, seguido do potássio e fósforo;

Os maiores teores de N ocorreram no início do experimento;

O teor de carbono orgânico diminuiu ao longo período do estudo;

## SCIENTIFIC LITERATURE QUOTED

DUBBIN, W. E.; PENN, M. G.; HODSON, M. E. Edaphic influences on plant community adaptation in the Chiquibul forest of Belize. **Geoderma**, v. 131, p. 76-88, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas, plantas e fertilizantes. 2ª ed. Brasília, 2009. 627p.

GODINHO, T. O.; CALDEIRA, M. V. W.; ROCHA, J. H. T.; CALIMAN, J. P.; TRAZZI, P. A. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Revista Cerne**, v. 20, p. 11-20, 2014.

HENRIQUES, Í. G. N.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; LIMA, T. S. Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica vegetacional da Caatinga em Unidade de Conservação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, p. 84-89, 2016.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; LOBATO, F. A. O.; PALACIO, H. A. Q.; ARRAES, F. D. D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Agro@ambiente On-line**, v. 3, p. 72-79, 2009.

LORANGER, G.; PONGE, J. F.; IMBERT, D.; LAVELLE, P. Leaf decomposition in two semi-evergreen tropical forests: influence of litter quality. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, p. 247-252, 2002.

MEGURO, M.; VINUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária – São Paulo. I – Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Revista Boletim de Botânica**, v. 7, p. 11-31, 1979.

NUNES, E. N.; ANSELMO, M. G. V.; ALVES, F. A. L.; HOLANDA, A. E. R.; ROSA, J. H.; ALVES, C. A. B.; LUCENA, R. F. P.; SOUTO, J. S. Análise da taxa de decomposição da serrapilheira na Reserva Ecológica Mata do Pau-Ferro, Areia-PB. **Gaia Scientia**, v. 6, p. 1-6, 2012.

ROGERS, H. M. Litterfall, decomposition and nutrient release in a lowland tropical rainforest, Morobe Province, Papua New Guinea. **Journal Tropical Ecology**, v. 18, n. 3, p. 449-456, 2002.

SANTANA, J. A. S. Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte. 2005 184f. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Lavras: ESAL/FAEP, 1988. 235 p.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A. Características químicas da serapilheira depositada em área de caatinga. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 264-272, 2009.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V. Deposição de serapilheira e de macronutrientes em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 20, p. 225-233, 2010.