

## **CARBONO E USO DO SOLO: ANÁLISE DE TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA NO PARQUE ESTADUAL DO BACANGA, ILHA DO MARANHÃO**

Ana Paula Sousa Santana<sup>1</sup>  
Lucas Silva Carvalho<sup>2</sup>  
Karina Vieira de Govêa<sup>3</sup>  
Alyce Martins Lopes<sup>4</sup>  
Ana Beatriz Mendes Lopes<sup>5</sup>  
Kevin Vinicius Lobato Soeiro<sup>6</sup>  
Ysllany Ellen Soares Sampaio<sup>7</sup>  
Pedro Lucas Coêlho de Oliveira<sup>8</sup>  
José Fernando Rodrigues Bezerra<sup>9</sup>

### **INTRODUÇÃO**

O ciclo de carbono é considerado um dos principais ciclos biogeoquímicos, podendo ser modificado por uma série de processos ambientais, compreendendo que as propriedades físicas e os processos estão envolvidos no suporte ao desenvolvimento e armazenagem de carbono nos ambientes,

A inter-relação existente no carbono relacionado ao clima e solo, é estrutural para a ciclagem desenvolvida nesse meio, por seus principais receptores e fontes de carbono no ambiente estarem associadas às mudanças na quantidade de carbono estocado e suas modificações que ocorrem nos estoques. Sabe-se que o manejo e dinâmica de carbono durante a mudança no uso da terra pode se tornar significativo em termos de comprometimento físico para qualquer área ambiental.

No Estado do Maranhão, o Parque Estadual do Bacanga (PEB) é uma Unidade de Conservação (UC) criada em 1980 e alterada pelo decreto no 9.550, de 10 de abril de 1984. Historicamente, desde sua criação o Parque Estadual do Bacanga (PEB) apresenta diversos problemas ambientais acarretados principalmente pela urbanização desordenada.

Entende-se que o diagnóstico de teores de matéria orgânica e entendimento do uso do solo de áreas degradadas por erosão torna-se cada vez mais importante, para a busca

---

<sup>1</sup> Graduado pelo Curso de Geografia bacharelado da Universidade Estadual - MA, [paullasousa594@gmail.com](mailto:paullasousa594@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Estadual - MA, [Lucascarvalho7@aluno.uema.br](mailto:Lucascarvalho7@aluno.uema.br)

<sup>3</sup> Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Estadual - MA, [kvieira532@gmail.com](mailto:kvieira532@gmail.com)

<sup>4</sup> Graduado pelo Curso de Geografia bacharelado da Universidade Estadual - MA, [martinsalyce5@gmail.com](mailto:martinsalyce5@gmail.com)

<sup>5</sup> Graduado pelo Curso de Geografia bacharelado da Universidade Estadual - MA, [anna16rllopes@gmail.com](mailto:anna16rllopes@gmail.com)

<sup>6</sup> Graduado pelo Curso de Geografia bacharelado da Universidade Estadual - MA, [kevin.vinicius83@gmail.com](mailto:kevin.vinicius83@gmail.com)

<sup>7</sup> Graduado pelo Curso de Geografia bacharelado da Universidade Estadual - MA, [ysllanysampaio13@gmail.com](mailto:ysllanysampaio13@gmail.com)

<sup>8</sup> Graduado pelo Curso de Geografia bacharelado da Universidade Estadual - MA, [pedrooliveira9@aluno.uema.br](mailto:pedrooliveira9@aluno.uema.br)

<sup>9</sup> Professor orientador: Doutor, Universidade Estadual - MA, [fernangeo@yahoo.com.br](mailto:fernangeo@yahoo.com.br)

do entendimento das inter-relações entre os impactos causados por processos erosivos e a relação do ciclo do carbono com este problema, além de ser um meio para a elaboração de projetos de contenção e recuperação a partir da identificação dos mecanismos determinantes desse processo.

Atribuindo essas informações ao uso do solo do parque estadual do Bacanga, a pesquisa tem por objetivo analisar e mapear as inter-relações entre uso e manejo do solo e ciclo do carbono no Parque Estadual do Bacanga (PEB) e analisar os teores de matéria orgânica no solo nos diferentes usos.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

O ciclo do carbono ou ciclo biogeoquímico do carbono, torna-se disponível para os seres vivos através da dinâmica da fotossíntese. Possuindo uma ciclagem que se divide em biológico e geológico. No biológico, o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) é introduzido através do processo fotossintetizante causando um sequestro de carbono para os seres vivos, que causará uma circulação entre os mesmos e através da decomposição ou “morte” dos seres vivos, sejam eles vegetais e animais, ocorrerá um retorno do carbono para o ambiente que reproduz todo o processo cíclico do carbono.

No processo geológico o carbono é mantido através da relação entre a atmosfera, hidrosfera e litosfera, sendo um processo muito mais demorado que o processo biológico. Através desse processo é desenvolvido os combustíveis fósseis, produção de dióxido de carbono para o ambiente.

De acordo com Moreira e Siqueira (2006). “A fixação do C- $\text{CO}_2$  atmosférico é efetuada pelos organismos fotossintéticos - plantas, algas, e bactérias autotróficas”. O desenvolvimento do carbono na atmosfera se relaciona totalmente com as ações e modificações que ocorrem no “espaço”, delimitadamente e especificamente falando da atmosfera.

Trazendo esses conhecimentos para a área física ambiental, podemos compreender como as atividades humanas interferem nos constituintes ambientais e segundo Turenne (1988) a matéria orgânica do solo pode ser entendida como uma mescla heterogênea das diferentes fases de transformação dos materiais orgânicos incorporados ao mesmo, que varia com o tipo de solo e com a profundidade.

De acordo com Cerri *et al* (2022) a MO é a principal componente do solo que regula o aumento da eficiência de uso de fertilizantes e de corretivos, e promove maior

enriquecimento sustentável ao solo. Já Stevenson (1994) diz que de forma geral, quanto maior o aporte de resíduos vegetais no solo, maior será o potencial para aumento de matéria orgânica no solo (MOS) ou de carbono (C), desde que a saída (erosão, lixiviação e decomposição da MO) de C do sistema solo-planta seja menor que a quantidade de C adicionada ao solo (balanço positivo de C nos sistemas sob cultivo).

Em contribuição aos estudos sobre o carbono orgânico, Stevenson (1994) diz que o carbono (C) associado a MOS estabilizada na estrutura de substâncias húmicas é a principal forma de carbono no solo, e esses compostos estabilizados, com alto grau de humificação já foram processados pela biota do solo e são menos suscetíveis à decomposição, dada ao elevado grau de condensação química e alta concentração de compostos aromáticos de elevada massa molar da maioria das moléculas húmicas presentes no solo.

Com mais outra contribuição Stevenson, (1994), discorre que os teores de C no solo variam em função do clima, da vegetação, da atividade e diversidade de decompositores, da rocha de origem (textura do solo) e do tempo de formação do solo e o clima e a vegetação têm papel mais relevante do que os outros fatores de formação do solo na determinação do conteúdo e da distribuição do C no perfil do solo.

## **METODOLOGIA**

A metodologia da pesquisa constou com o levantamento bibliográfico, onde foram levantados dados sobre a relação do carbono entre atmosfera, solo e processos erosivos na Biblioteca Central da Universidade Estadual do Maranhão, através de diferentes fontes como livros, artigos científicos, monografias, dissertações, teses e pesquisas que remetem ao conteúdo da pesquisa, além do mapeamento do uso e cobertura do solo e de pontos de processos erosivos.

Adicionalmente ocorreu as visitas de campo para o Parque Estadual do Bacanga (Peb), onde foi possível fazer observações in loco sobre influência da ação antrópica sobre as unidades da paisagem influenciando o ciclo do carbono no solo e observar também as relações existentes entre o carbono e as diferentes tipologias de uso do solo e por fim fazer a coleta de amostras para análises, onde foram coletadas 6 amostras indeformadas e deformadas entre pontos distintos, nomeadas de (PEBP1 – PEBP2- PEBP3 – PEBP4 – PEBP5 e PEBP6), já o desenvolvimento das análises ocorreu no laboratório de geociências do departamento de geografia, nos dias 17 a 21 de julho onde foram

desenvolvidas as análises de teores da matéria orgânica, seguidas de acordo com as normas da EMBRAPA.

As análises das propriedades físicas dos solos coletados nas áreas degradadas no Parque Estadual do Bacanga, as análises envolveram o teor de matéria orgânica. Essas análises têm o intuito de quantificar a matéria orgânica no horizonte A dos solos e sua relação com os diferentes usos e coberturas, foram realizadas no Laboratório de Geociências do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão, o método de análise utilizada foi através do método da mufla, onde:

O método da mufla consiste na determinação gravimétrica do  $\text{CO}_2$  evoluído e na perda de massa de resíduo submetido à alta temperatura por certo intervalo de tempo; na determinação da MO, considera-se, assim, a diferença de peso inicial (amostras secas a  $105\text{ }^\circ\text{C}$ ) e de peso computado após a incineração da amostra a  $550\text{-}600\text{ }^\circ\text{C}$ . Os equipamentos utilizados para o desenvolvimento da análise, foram a mufla e os cadinhos.

**Figura 1:** Análise de teor de matéria orgânica



**Fonte:** Registro da pesquisa (2024)

Após esse período, os cadinhos de cerâmica com as amostras foram acondicionados em forno do tipo mufla e incinerados em uma temperatura de  $650\text{ }^\circ\text{C}$ , por 6 h. Posteriormente, o conjunto (cadinho + resíduos) foram pesados.

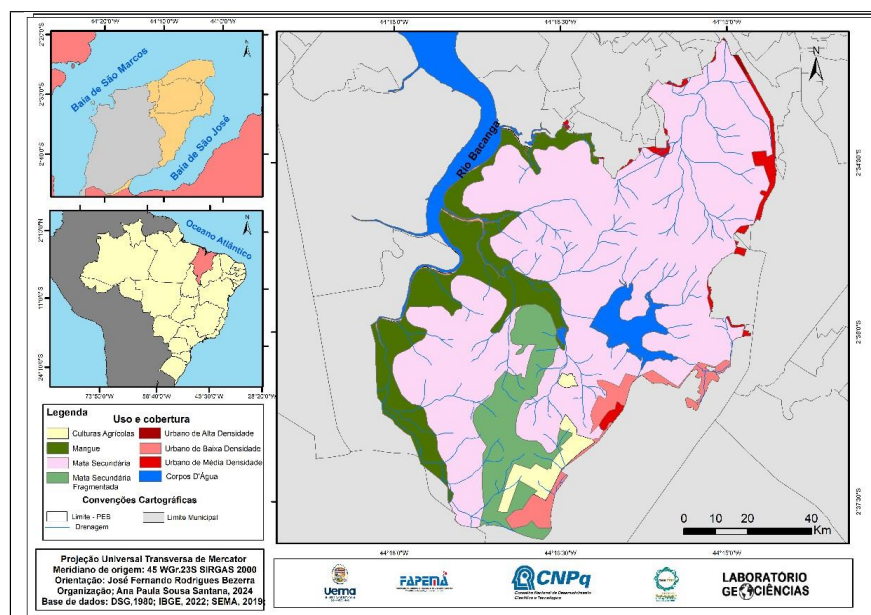
O teor de matéria orgânica foi determinado em razão da perda de massa do resíduo incinerado, considerando-se o material perdido pela queima no intervalo de variação da temperatura de  $105\text{ }^\circ\text{C}$  a  $550\text{ }^\circ\text{C}$ , conforme a fórmula:  $\text{MO} (\%) = (P - (T - C) \times 100) / P$ , em que P = peso da amostra (g) depois de aquecida a  $105\text{ }^\circ\text{C}$ ; C = tara do cadinho (g); e T = peso da cinza + cadinho (g).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O carbono e uso e a cobertura da terra se relacionam intrinsecamente, pois segundo Foley et al., (2005); Lambin et al., (2003), existe uma troca de energia que ocorre entre a superfície e a atmosfera que exerce influência tanto em escala local quanto regional que podem atuar de maneira positiva ou negativa nos elementos que regulam o clima terrestre.

Estas atuações presentes nos processos de uso e cobertura da terra, geram além da perda de biodiversidade, alteraram o espaço terrestre, juntamente com a composição química da atmosfera e com os ciclos biogeoquímicos modificam o balanço energético que influenciam o clima, fazendo dessa maneira parte da agenda das pesquisas globais de meio ambiente (Foley et al., 2005; Lambin et al., 2003; Laurance et al., 2011; Verburg *et al.*, 2009). Na figura (20) abaixo temos o mapa de uso e cobertura do Parque Estadual do Bacanga.

**Figura 2:** Mapa de uso e cobertura do Parque Estadual do Bacanga



Fonte: Elaboração dos autores (2024).

De acordo com Moraes *et al.*, (2018), os usos e cobertura da Terra do PEB em 2018, se dividem em: Área antrópica, Floresta secundária mista, Mangue, Mata ciliar, Solo exposto, Gramíneas e Água. Essas diferentes tipologias de uso possuem relação direta com a dinâmica do ciclo do Carbono, por possuírem importantes agentes que executam e desenvolvem ações que desencadeiam atividades no ciclo biogeoquímico do carbono e de seus constituintes.

A determinação e a caracterização da matéria orgânica são fundamentais para o entendimento dos processos regulados, como: a disponibilidade de nutrientes e energia para as plantas e animais, a influência nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, e o balanço entre emissões e sequestro de carbono no solo.

Na tabela (1) abaixo temos os dados referidos a análise de teor de matéria orgânica.

**Tabela 1:** Resultado da análise de teor de matéria orgânica

Pontos	Pesagem após 6 horas	Cadinho + amostra	Resultado
PEB1	48,246	43,437	3,82%
PEB2	46,919	41,934	0,3%
PEB3	44,914	40,033	2,38%
PEB4	43,861	38,975	2,28%
PEB5	47,152	42,374	4,44%
PEB6	45,595	40,704	2,18%

Fonte: dados da pesquisa (2023)

Os resultados referentes ao teor de matéria orgânica variaram entre 0,3% a 4,44% nos seis pontos analisados, onde o ponto PEBP2 apresentou 0,3% com menor taxa de teor de matéria orgânica e o ponto PEBP5 apresentou 4,44% com maior taxa de teor de matéria orgânica. O teor de MOS e o estoque de C no solo é uma forma de construir a fertilidade e a capacidade produtiva dos solos tropicais. O C do solo ocorre tanto nas formas orgânicas, como inorgânicas.

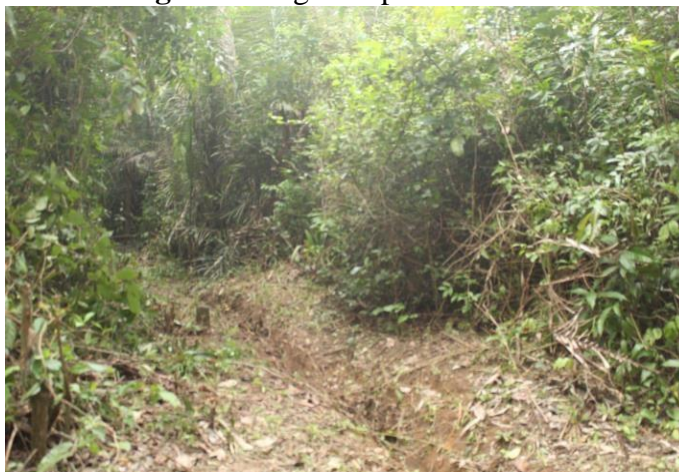
Abaixo temos os pontos 5 e 2 que obtiveram maiores diferenças nos resultados da análise de matéria orgânica.

**Figura 3:** Quinto Ponto coletado



Fonte: Registro da pesquisa (2024)

**Figura 4:** Segundo ponto coletado



**Fonte:** Registro da pesquisa (2024)

Através destes resultados conseguimos observar que os pontos PEBP5 E PEBP2 são referentes aos pontos localizados em áreas com ações humanas que são atingidas diretamente por ativas extrativistas. Sabemos que as relações entre a sociedade e natureza foram modificadas, passando a natureza a ter apenas a função de ser extratida nos fornecendo mantimentos para o nosso dia a dia, com a produção de alimento e a extração de matérias primas para a produção de bens de consumo (Cavalcanti et al.,1994).

Santos, et.al (2018), diz que essa visão extrativista resultou na destruição de grandes áreas em quase todos os ambientes naturais, levando inúmeras espécies tanto da fauna como da flora à extinção ou ao risco de extinção.

Pode-se perceber que as ações em nome do desenvolvimento humano provocaram o aumento da degradação ambiental, tornando difícil o seu combate e acarretando a biodegradação, uma vez que o desenvolvimento e a degradação caminharam de forma simultânea. Desse modo a preservação de áreas deveria ser vista com mais rigor e maior conscientização por parte de todos, de modo que as consequências desse mau uso do ambiente acarretará em resultados preocupantes para todos.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através do desenvolvimento da pesquisa e das análises discursivas feitas em relacionar o ciclo do carbono com o uso do solo no Parque Estadual do Bacanga, na ilha do maranhão, é possível notar a riqueza que a área do PEB possui e ao mesmo tempo possível notar também o tão vulnerável essa unidade de conservação se encontra, apesar de existir de certa maneira preocupações por parte de pesquisadores sobre a área.

Diante do prosseguimento da pesquisa, concluímos com o alcance de todos os objetivos propostos, onde durante a pesquisa de campo e o mapeamento, conseguimos analisar as inter-relações entre uso e manejo do solo, processos erosivos e ciclo do carbono no Parque Estadual do Bacanga, no município de São Luís.

De posse ao que foi discutido durante a pesquisa, as alterações entre o ambiente relacionadas ao uso do solo e carbono, ocorrem principalmente por meio das ações humanas que estão acontecendo nos últimos anos de maneira acelerada. Esse crescimento se dá por meio do crescimento dos aglomerados urbanos que estão presentes ao redor do Parque Estadual do Bacanga e que adentram cada vez mais o território limitado dele. Os resultados laboratoriais finais obtidos demonstraram uma variação no quantitativo de teor de matéria orgânica, teor granulométrico e densidade de solo relacionados entre as classes de uso e cobertura do solo no Parque Estadual do Bacanga (PEB).

**Palavras-chave:** Solo, Degradação, Carbono.

## **REFERÊNCIAS**

- BRANDANI, Carolina Braga; SANTOS, DG dos. Transformações do carbono no solo. **Microbiologia do Solo**, p. 81, 2016.
- CAVALCANTI, Enilson P.; SILVA, Vicente de PR; DE SOUSA, Francisco de AS. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 140-147, 2006.
- DIAS, Genebaldo Freire. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana**. Global Editora e Distribuidora Ltda, 2015.
- DOS SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018., 2018.
- MORAIS, Marly Silva de. **Impactos socioambientais causados por processos erosivos em unidades de conservação: o caso do Parque Estadual do Bacanga**, São Luís—MA. 2018.
- SILVA, Carlos Alberto et al. **Matéria orgânica do solo: ciclo, compartimentos e funções**. 2023.
- TURENNE, J. **Soil organic matter and soil fertility in tropical and subtropical environments**. Maltby, E and T. Wollersem. **Soil and their management**. A sino-european perspective. Elsevier Applied Science. London, p. 255-275, 1988.
-