



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**ESTIMATIVA DE SEQUESTRO DE CARBONO DE UMA
ÁRVORE NATIVA COM UMA EXÓTICA NO SEMIÁRIDO**

LUIS RODOLFO ARAUJO BARBOSA

POMBAL-PB

2017

LUIS RODOLFO ARAUJO BARBOSA

**ESTIMATIVA DE SEQUESTRO DE CARBONO DE UMA
ÁRVORE NATIVA COM UMA EXÓTICA NO SEMIÁRIDO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira

POMBAL-PB

2017

LUIS RODOLFO ARAUJO BARBOSA

ESTIMATIVA DE SEQUESTRO DE CARBONO DE UMA ÁRVORE NATIVA COM UMA EXÓTICA NO SEMIÁRIDO

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira

Aprovado em: ___ / ___ / _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UACTA)

Prof^a. Dr^a. Jussara Silva Dantas
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UACTA)

M.sc Adaan Sudário Dias
(Universidade Federal de Campina Grande)

POMBAL-PB

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Selma Maria de Araújo, por todo amor, carinho, paciência, por ter sempre acreditado em mim, por me dar força para seguir em frente e acreditar de que eu seria capaz independente das dificuldades que iria encontrar, iria erguer a cabeça e vence-las.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade a mim concebida para seguir em frente na realização desse sonho.

Agradeço a minha mãe Selma Maria e meu irmão Rodrigo Varela, por todo apoio e esperança em mim depositados.

A minha namorada, amiga e companheira Erbia Bressia, por todos esses anos ao meu lado, por estar sempre me apoiando, me ajudando quando necessário, e pela contribuição desse trabalho.

A minha avó Maria da Silva (Maroca) e as minhas tias Selineide, Célia, Suetânia, Sueli e Katiuse por todo apoio e por sempre acreditarem no seu sobrinho mais chato.

A minha orientadora Prof^a. **Dra. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira** por ser uma ótima professora, por seus conselhos, pela sua paciência, compreensão e empenho a mim dedicados para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores Camilo Allyson Simões de Farias, José Cleidimário Araújo Leite, Luís Gustavo de Lima Sales, Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho, Marçal Rosas Florentino Lima Filho, Michel Barros Silva, Paulo Xavier Pamplona, Raphael Moreira Beirigo e Renilton Correia da Costa, obrigado por tudo que vocês me ensinaram, não só o aprendizado acadêmico, mas também o aprendizado ético e moral, essencial e de suma importância para minha formação não só na condição de estudante, mas também como cidadão.

Agradeço em especial meus colegas de curso, Rafael Queiroga e Gustavo Pinto pela ajuda e contribuição para realização desse trabalho.

Agradeço aos companheiros de residência universitária, especialmente a Felipe Quirino, Francisco Wesley, Ulisses Alencar, José Ronildo, José Lucas, Ivando Comandante, Everaldo e Higor, amigos cativados nessa jornada.

Agradeço em especial aos meus grandes amigos do grupo do “G11” do Whatsapp, vocês foram grandes amigos durante esses anos, que a nossa amizade permaneça ao longo dos anos!

Muito obrigado!

Barbosa, L. R. A. **ESTIMATIVA DE SEQUESTRO DE CARBONO DE UMA ÁRVORE NATIVA COM UMA EXÓTICA NO SEMIÁRIDO**. 2017. 49 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2017.

RESUMO

Nas últimas décadas cresceu consideravelmente a preocupação em relação ao aumento da temperatura e mudanças climáticas no planeta, isso ocorreu devido ao aumento de emissões de gases do efeito estufa na atmosfera, sendo a maior parte deles composta por CO₂, metano e óxido nitroso, que estão atribuídas às atividades antropogênicas como, a indústria, a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento, a agricultura, a pecuária e a geração e o consumo de energia. Devido essas preocupações ambientais o trabalho consiste em fazer uma estimativa de sequestro de carbono entre duas espécies arbóreas, uma exótica, a *Moringa oleífera Lam* proveniente da Índia, e a outra uma endêmica da região nordeste brasileiro, a *Licania rígida Benth*, popular Oiticica, afim de determinar qual delas apresenta maior potencial de sequestro de carbono. O estudo foi realizado no campus do CCTA/UFCG - Pombal/PB, e desenvolvido com o auxílio do equipamento Medidor de dióxido de carbono, temperatura e umidade, e foi avaliado em três pontos de medições, o primeiro na *Moringa oleífera Lam*, o segundo localizou-se atrás da biblioteca para servir de ponto de controle, e o terceiro na Oiticica, as medições ocorreram durante três períodos do dia, três condições de tempo, e em dois períodos do ano. O trabalho concluiu maior eficiência de sequestro de carbono no início da tarde entre 12:00 e 13:00 horas, na espécie arbórea exótica *moringa oleífera*, com condições de tempo nublado, tendo um resultado mais eficiente na estação de estiagem, período seco.

Palavras chave: Mudanças climáticas, medidor de dióxido de carbono, sequestro de carbono.

Barbosa, L. R. A. **ESTIMATIVA DE SEQUESTRO DE CARBONO DE UMA ÁRVORE NATIVA COM UMA EXÓTICA NO SEMIÁRIDO**. 2017. 49 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2017.

ABSTRACT

In recent decades, there has been a considerable increase in concern about rising temperatures and climate change on the planet, due to increased greenhouse gas emissions in the atmosphere, most of which are CO₂, methane and nitrous oxide. Attributed to anthropogenic activities such as industry, the burning of fossil fuels, deforestation, agriculture, livestock and energy generation and consumption. Due to these environmental concerns the work consists in estimating carbon sequestration between two tree species, one exotic, the *Moringa oleifera* Lam from India, and the other an endemic one from the northeast region of Brazil, the rigid *Licania Benth*, popular Oiticica, related To determine which one has the greatest potential for carbon sequestration. The study was carried out on the campus of CCTA / UFCG - Pombal / PB, and was developed with the aid of the carbon dioxide, temperature and humidity measuring equipment, and was evaluated in three measurement points, the first in *Moringa oleifera* Lam, the second Located behind the library to serve as a control point, and the third in Oiticica, measurements occurred during three periods of the day, three conditions of time, and in two periods of the year. The work concluded greater carbon sequestration efficiency in the early afternoon between 12:00 and 13:00 hours, in the exotic arboreal olive moringa species, with cloudy weather conditions, having a more efficient result in the dry season.

Keywords: Climate change, carbon dioxide meter, carbon sequestration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclagem de carbono na cadeia alimentar.	17
Figura 2 - Ciclagem de carbono no sistema: processos de entrada e saída.	17
Figura 3- Localização do ponto 1	26
Figura 4- Localização do ponto 2	27
Figura 5- Localização do ponto 3	27
Figura 6 - Medidor de dióxido de carbono, temperatura e umidade modelo C-02.....	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Concentração de CO ₂ (06:00 - 07:00h)	29
Gráfico 2 - Temperatura observada (06:00 - 07:00h)	30
Gráfico 3- Umidade observada (06:00 - 07:00h)	30
Gráfico 4 - Concentração de CO ₂ (12:00 - 13:00h)	31
Gráfico 5- Temperatura observada (12:00 - 13:00h)	32
Gráfico 6 - Umidade observada (12:00 - 13:00h)	32
Gráfico 7 - Concentração de CO ₂ (19:00 - 20:00h)	33
Gráfico 8 - Temperatura observada (19:00 - 20:00h)	34
Gráfico 9 - Umidade observada (19:00 - 20:00h)	34
Gráfico 10 - Concentração média diária de CO ₂	35
Gráfico 11- Média diária de temperatura	36
Gráfico 12- Média diária de umidade	36
Gráfico 13 - Concentração de CO ₂ observado no mês de maio e no inverno (06:00 – 07:00h)	37
Gráfico 14 - Temperatura observado no mês de maio e no inverno (06:00 – 07:00h)	38
Gráfico 15 - Umidade observado no mês de maio e no inverno (06:00 – 07:00h) ...	38
Gráfico 16 - Concentração de CO ₂ observado no mês de maio e no inverno (12:00 – 13:00h)	39
Gráfico 17 - Temperatura observado no mês de maio e no inverno (12:00 – 13:00h)	40
Gráfico 18 - Umidade observado no mês de maio e no inverno (12:00 – 13:00h)	40
Gráfico 19 - Concentração de CO ₂ observado no mês de maio e no inverno (19:00 – 20:00h)	41
Gráfico 20 - Temperatura observado no mês de maio e no inverno (19:00 – 20:00h)	42

Gráfico 21 - Umidade observado no mês de maio e no inverno (19:00 – 20:00h)	42
Gráfico 22 - Valores Totais de CO ₂ por período do dia	43
Gráfico 23 - Valores totais de CO ₂ por ponto	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Geral	13
2.2 Específicos.....	13
3. REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO.....	14
3.1 O Surgimento com a Preocupação Ambiental e os Acordos Internacionais	14
3.2 O Ciclo do Carbono.....	16
3.3 O Efeito Estufa, o Aquecimento Global e as Mudanças Climáticas	19
3.4 O Sequestro de Carbono e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	20
3.5 Oiticica (<i>Licania rigida Benth.</i>)	22
3.6 Moringa.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Localização Do Experimento	25
4.2 Descrição dos Pontos de Coleta dos dados	26
4.2.1 Ponto 1	26
4.2.2 Ponto 2	27
4.3 Equipamento/ Programas Utilizados	28
4.3.1 Medição das variáveis.	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6. CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

Apesar de muitos cientistas considerarem o aquecimento global um fenômeno natural, tem sido crescente a preocupação mundial em relação às mudanças do climáticas no planeta, devido ao aumento da temperatura nas últimas décadas. Essas alterações são causadas devido ao aumento descontrolado das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, como dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). A liberação desses gases na atmosfera tem sido atribuída às atividades antropogênicas, entre elas a indústria, a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento, a agricultura, a pecuária e a geração e o consumo de energia (AMBIENTE, 2017).

O dióxido de carbono (CO_2) é o gás que apresenta maior contribuição para o aquecimento global devido a maior quantidade, e sua concentração vem aumentando consideravelmente na atmosfera após a revolução industrial (segunda metade do século XVIII), passando de valores de 280 partes por milhão (ppm) para 380 ppm. O CO_2 deve ser sempre removido da atmosfera fazendo parte do ciclo do carbono, e caso não houvesse a retirada dos gases do efeito estufa, a temperatura do planeta atingiria valores muito altos, para que isso não ocorra existem mecanismos que possibilitam a retirada do CO_2 da atmosfera, um desses mecanismos é chamado de sequestro de carbono. O sequestro de carbono natural é a remoção do CO_2 atmosférico que é armazenado nos tecidos das árvores, os grandes responsáveis pelo sequestro de carbono são os oceanos, florestas e solos que através de organismos fotossintetizantes removem o CO_2 atmosférico para sua sobrevivência (BARBOSA, 2013).

No semiárido brasileiro os solos têm sido submetidos a intensos processos de degradação e desertificação, isso ocorre devido a extensas atividades agropastoril, com base em sistemas de manejo convencionais associados à substituição da vegetação nativa por culturas, essencialmente devido as queimadas e a retirada de madeira. Devido isso se tem reduzido os estoques de carbono no solo e aumentado a emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, sendo o principal o CO_2 (LEITE; PETRESE; SAGRILO, 2010).

Cobrindo aproximadamente 40% da superfície terrestre, a região semiárida possui mais de dois bilhões de pessoas, e suas áreas são delicadas sujeitas à

desertificação, degradação do solo, e a seca prejudica muito suas populações, os ecossistemas, e agricultura é extremamente vulneráveis às mudanças climáticas. Considerando-se que as reduções de carbono em regiões semiáridas são associadas a redução da cobertura vegetal e erosão do solo, pode-se adequar estratégias de manejo que visem diminuir ou reverter estes processos para aumentar o sequestro de carbono, entre elas o aumento da produção de biomassa que proporciona o aumento de matéria orgânica e reduzir taxas de decomposição, aplicando práticas como plantio direto e culturas de cobertura, especialmente leguminosas e adubação orgânica (Leite et al., 2008; Smith, 2008).

A intensificação do efeito estufa causado pelo aumento das emissões de CO₂, pode resultar em uma elevação significativa da temperatura no planeta, e com isso os governos tem debatidos sobre formas de minimizar essas emissões, de forma que não venha a prejudicar o crescimento econômico. Para isso há alguns acordos nos quais se desejam a redução das emissões dos gases, aquisição de créditos de carbono, implementação de projetos com tecnologias limpas, preservação e plantação de mais árvores com o objetivo de reduzir as emissões de CO₂ (LIMA, 2012).

Visando mitigar esses efeitos, o objetivo principal do Protocolo de Kyoto foi a redução das emissões de gases de efeito-estufa em 5,0% durante o período de 2008 a 2012, que corresponde ao primeiro período de compromisso. O Protocolo entrou oficialmente em vigor em fevereiro de 2005 e trouxe como inovação três mecanismos de flexibilização: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), pelo qual é possível obter as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), que são um dos tipos de créditos de carbono existentes. Entre esses três mecanismos, apenas o MDL permite a participação de países em desenvolvimento como o Brasil (RIBEIRO, 2009).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Determinar uma estimativa de qual das espécies, árvore nativa ou exótica, contribui mais para o sequestro de dióxido de carbono.

2.2 Específicos

- a) Determinar qual das espécies é mais eficiente no sequestro de carbono;
- b) Analisar a influência da temperatura e da umidade na concentração de dióxido de carbono, nos três períodos do dia;
- c) Analisar a relação da nebulosidade com a concentração de CO₂.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Surgimento com a Preocupação Ambiental e os Acordos Internacionais

O início da preocupação ambiental e da consciência ecológica no planeta Terra se deu a partir de 1962, quando a escritora Rachel Louise Carson, cientista e ecologista norte-americana publicou o livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa). Esse livro mostrava como o pesticida DDT penetrava na cadeia alimentar e se acumulava nos tecidos gordurosos dos animais e até mesmo do homem, fato esse que poderia causar câncer e dano genético, devido às consequências causadas por esse livro, pela primeira vez, sentiu-se a necessidade de regulamentação da produção industrial para proteger o meio ambiente (PASSOS, 2009).

Devido às discussões a respeito da preservação dos recursos naturais do planeta, 1972 cientistas, políticos e empresários criaram o Clube de Roma, que tinha como objetivo discutir e analisar os limites do crescimento econômico, considerando-se o uso crescente dos recursos naturais. A entidade tornou-se famosa no mesmo ano com o lançamento da obra (Os Limites do Crescimento). Tal obra problematizava a ideia de que os recursos naturais do planeta não eram infinitos e que para atingir a estabilidade econômica tinha que se respeitar e entender a finitude dos recursos naturais, e que também era necessário controlar o crescimento da população global e do capital industrial. Com isso, sugeriu-se a adoção de um modelo de desenvolvimento econômico no qual se baseava em um crescimento zero como forma de evitar um descontrole ambiental. A partir deste momento, o meio ambiente e desenvolvimento se fundem no conceito de eco desenvolvimento, dando assim o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável (BESKOW, 2012).

Oficialmente, a primeira reunião que deu o início formal das preocupações ambientais a nível mundial realizada pela ONU ocorreu em Estocolmo, capital da Suécia, em 1972, quando se organizou a "Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano". Proposta pela Suécia para tratar das problemáticas relativas à poluição, a conferência tinha como principal objetivo que os países desenvolvidos evitassem a pressão sobre os recursos naturais, através do controle demográfico nos países mais pobres, e não trazer soluções para o

subdesenvolvimento, reconhecendo a necessidade do desenvolvimento e práticas de programas de educação ambiental (NASCIMENTO, 2014).

Após 20 anos tivemos a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada entre os dias 3 e 14 de junho de 1992, e ficou conhecida Cúpula da Terra, Rio-92 e ECO-92. Ela reuniu mais de 100 chefes de Estado para debater formas de desenvolvimento sustentável, um conceito relativamente novo à época, onde o primeiro uso do termo é de 1987, no relatório Brundtland feito pela ONU. Esse documento apresentava o conceito dos três pilares do desenvolvimento sustentável: desenvolvimento econômico, equidade social e proteção ambiental, e o mesmo foi publicado com o título “Nosso Futuro Comum”.

Foi a Rio-92 que selou os acordos políticos entre os países que teriam como finalidade recheiar o roteiro do Relatório Brundtland e negociar metas e o arcabouço institucional do novo momento, e importantes convenções foram aprovadas durante a Rio-92, uma sobre biodiversidade e outra sobre mudanças climáticas. Outro importante resultado fundamental foi um acordo estabelecido entre 179 países, para a elaboração programa de estratégias que objetivem o alcance do desenvolvimento sustentável, conhecido como “Agenda 21”, o programa foi inspirado no Relatório Brundtland. Ele contém 40 capítulos e tem sua execução monitorada pela Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável da ONU (VIEIRA, 2012).

O conceito de sequestro de carbono foi consagrado em um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, criado na Terceira Conferência das Partes - COP3, realizada na cidade de Kyoto, no Japão, no ano de 1997. Essa conferencia surgiu em virtude da preocupação mundial com efeitos danosos das mudanças climáticas sobre a humanidade. Nela foi verificado que o efeito estufa é um dos maiores responsáveis pelas mudanças climáticas, gerado pela emissão descontrolada de gases na atmosfera, fato que motivou a conclamação dos Estados para a adoção de um tratado internacional sobre o assunto. Esse tratado ficou conhecido como Protocolo de Kyoto, que tem por objetivo firmar compromisso entre os países de conter e reduzir a emissão de gases na atmosfera, visando a diminuição do efeito estufa, tais gases que provocam o efeito estufa são o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorcarbonos, perfluorcarbonos e hexafluoreto de enxofre (COSTA; CAXAMBU, 2017).

O Protocolo de Kyoto estabeleceu que os países industrializados devem reduzir suas emissões de gases em 5,2% abaixo dos níveis observados em 1990, isso decorrente nos anos entre 2008-2012, que corresponde ao primeiro período de compromisso.

Este protocolo entrou oficialmente em vigor em fevereiro de 2005 e trouxe os Mecanismos de Flexibilização como:

- I. Comércio Internacional de Emissões (CIE).
 - II. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e a respectiva Redução Certificada de Emissões (RCE).
 - III. Implementação Conjunta (IC).
 - IV. Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD).
- (CALIJURI; CUNHA, 2013).

O Brasil não assumiu os compromissos de redução formal de gases de efeito estufa, porém assumiu as obrigações de colaborar com a implementação da Convenção do Clima, podendo receber projetos de MDL. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) equivale a cada tonelada de CO₂ que deixa de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento, onde a mesma poderá ser negociada no mercado mundial, assim esse sistema propôs um atrativo para a redução das emissões dos gases globais. Já a Redução Certificada de Emissões (RCE), é uma das formas de negociação onde os países que por algum motivo não conseguiram reduzir suas emissões de gases poderão comprar este certificado em países em desenvolvimento, usando-os assim para efetivar suas obrigações (BOLINA, 2007).

3.2 O Ciclo do Carbono

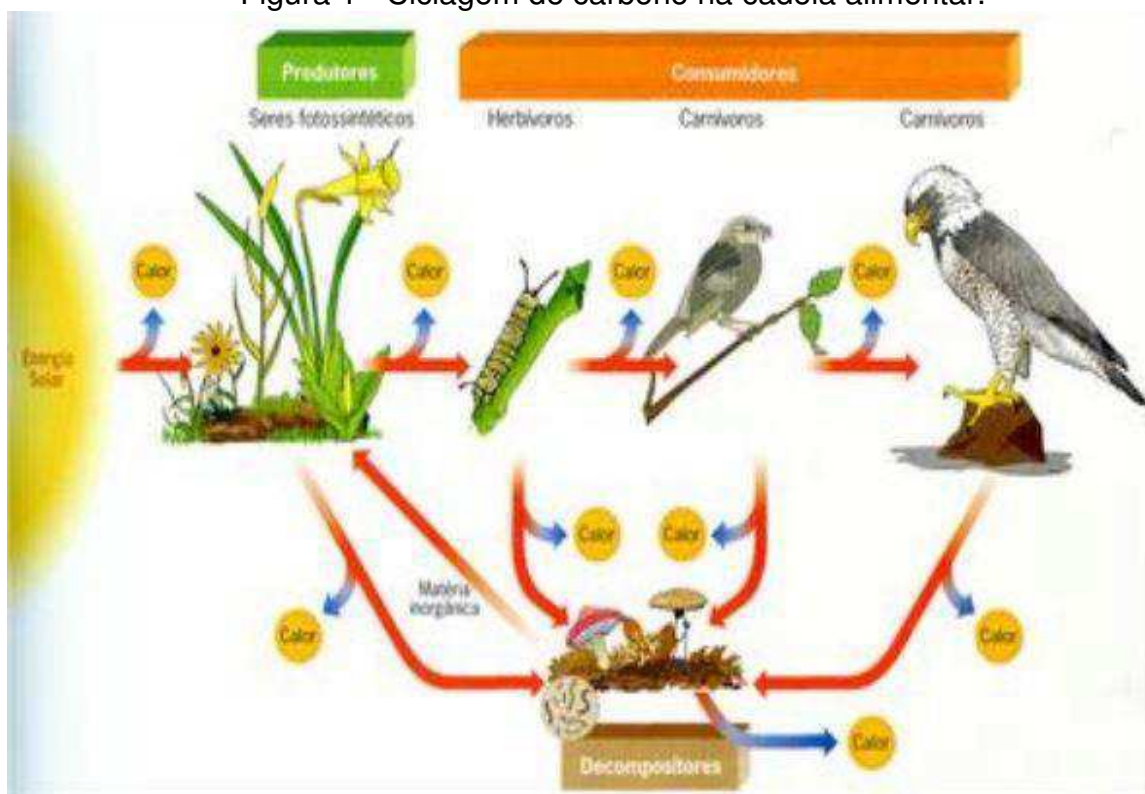
Estudar o ciclo do carbono (C) é de grande interesse devido à sua implicação nas mudanças climáticas, por influência da alteração das emissões dos gases de efeito estufa (GEEs). No ranking mundial o Brasil ocupa o 5º lugar na classificação dos países emissores destes gases, sendo que aproximadamente 75% do CO₂ emitido para a atmosfera são derivados de práticas agrícolas inadequadas e do

desmatamento e apenas 18% são originados da queima de combustíveis fósseis (MCT, 2010).

De acordo com Machado (2005) os quatro principais compartimentos de carbono na Terra são: oceanos, atmosfera, formações geológicas contendo carbono fóssil e mineral e ecossistemas terrestres (biota + solo), sendo a atmosfera o seu principal reservatório, onde o nutriente das plantas encontra-se na forma de dióxido de carbono (CO_2), um gás que, nas condições naturais de temperatura e pressão é inodoro e incolor. O ciclo do carbono é perfeito, pois o elemento é devolvido ao meio à mesma taxa a que é sintetizado pelos produtores (GUEDES, 2009).

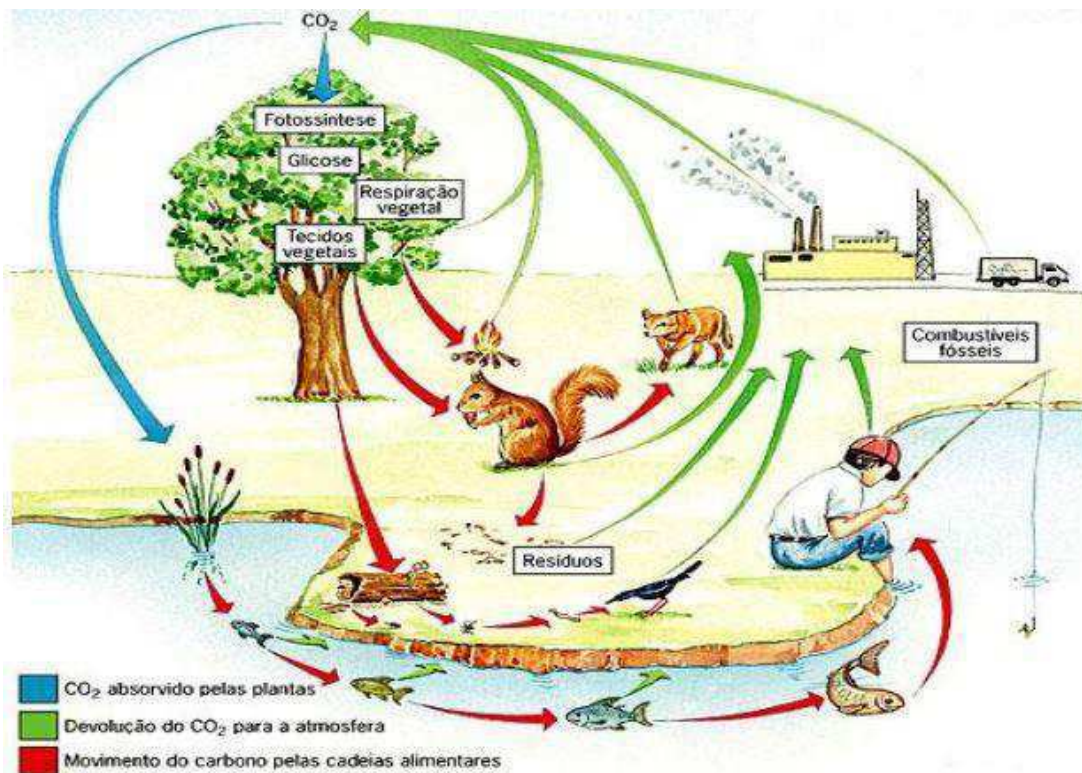
No ciclo do carbono (Figuras 1 e 2) o dióxido de carbono (CO_2) atmosférico advém das reações químicas que ocorrem nos oceanos, da respiração e decomposição de animais e vegetais e da queima dos resíduos orgânicos. O CO_2 contido na atmosfera retorna à biosfera por intermédio da fotossíntese da vegetação terrestre e oceânica (Rosendo & Rosa, 2012).

Figura 1 - Ciclagem de carbono na cadeia alimentar.



Fonte: PEREIRA, 2013

Figura 2 - Ciclagem de carbono no sistema: processos de entrada e saída.



Fonte: PEREIRA, 2013

Removido da atmosfera pela fotossíntese, o carbono do CO₂ incorpora-se aos seres vivos quando os vegetais, utilizando o CO₂ do ar, ou os carbonatos e bicarbonatos dissolvidos na água, realizam a fotossíntese. O carbono do CO₂ é removido da atmosfera pela fotossíntese e incorpora-se aos seres vivos quando os vegetais utilizam o CO₂ do ar, ou os carbonatos e bicarbonatos dissolvidos na água, realizam a fotossíntese. Desse modo o carbono desses compostos é utilizado na ligação de compostos orgânicos, que vão fornecer os seres vivos (ROSA, 2013).

Segundo Rosa (2013), o carbono é adquirido pelos animais, de forma direta e indireta durante a sua alimentação. Os animais herbívoros recebem dos vegetais os compostos orgânicos e, através do seu metabolismo sintetizam até transformá-los em novos tipos de produtos. O mesmo ocorre com os animais carnívoros, que se alimentam dos herbívoros e assim posteriormente. O carbono dos animais pode seguir, assim como as plantas, três caminhos.

- I. Pela respiração é devolvido na forma de CO₂;
- II. Passagem para outro animal, via nutrição;
- III. Pela morte e decomposição dos animais, volta a ser CO₂.

Uma das principais causas dos altos índices de CO₂ na atmosfera é a queima de combustíveis fósseis e a produção de cimento, que liberaram 5,5 Giga toneladas (Gt) de carbono por ano, das quais 3,3 Gt não são absorvidas pelos ecossistemas terrestres. As camadas superficiais dos oceanos absorveram cerca de 92 Gt, mas liberaram 90 Gt, tendo uma absorção de 2,0 Gt, e destas apenas 1,6 Gt é removida das camadas superficiais para as camadas intermediárias e profundas, e apenas 0,2 Gt depositam-se nos sedimentos mais profundos. Embora o desflorestamento tropical tenha contribuído anualmente com 1,6 Gt de carbono no ar, este valor foi ligeiramente superado pela retirada de cerca de 1,8 Gt ocorrida nas zonas de floresta temperada (BAIRD, 2002).

3.3 O Efeito Estufa, o Aquecimento Global e as Mudanças Climáticas

Nas últimas décadas as mudanças climáticas foram constantemente destacadas pela mídia, causando preocupação à população e aos cientistas de todo o mundo. Reportagens mostram uma notável alteração climática em todas as estações do ano, ocorrências de grandes enchentes, secas por longos períodos, e algumas mudanças adversas com ondas de calor e de frio em várias partes do mundo (BUENO, 2010).

Devido a esses fatos é preciso entender o que são efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas. Pois essas três expressões não são sinônimas, nem são intercambiáveis. O efeito estufa se refere ao aumento da concentração de determinados gases na atmosfera, chamados gases do efeito estufa (GEEs), compostos principalmente pelos gases dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O). Já o aquecimento global é a elevação da temperatura média da Terra, e algumas de suas causas possíveis são devido ao efeito estufa e o aumento da atividade solar. As mudanças climáticas são precisamente alterações no sistema climático terrestre, que podem ocorrer do aquecimento global, de alterações na circulação oceânica ou de outros fatores. Portanto a uma ligação entre esses três fatores, uma vez que o efeito estufa leva ao aquecimento global que posteriormente leva a mudanças climáticas (TILIO NETO, 2010).

No ano de 2007 o Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC) mostrou os resultados do seu Quarto Relatório de Avaliação das Mudanças Climáticas do planeta, onde os resultados alertam para um aumento médio global das temperaturas entre 1,8°C e 4,0°C até 2100. Esses valores podem ser ainda maior e atingir 6,4°C, caso a população e a economia continuem crescendo rapidamente e o consumo de combustíveis fósseis for mantido no mesmo nível que nos dias atuais. Porém, a estimativa mais confiável é que se tenha um aumento médio de 3°C, considerando que os níveis de dióxido de carbono se estabilizem em 45% acima da taxa atual. O relatório menciona também, que com mais de 90% de confiabilidade, a maior parte do aumento de temperatura observado nos últimos 50 anos foi provocada por atividades humanas (AVILA, 2007).

Os níveis de concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) tem crescido consideravelmente devido as atividades humanas desde 1750, isso se deve principalmente à queima de combustível fóssil e mudanças de uso da terra, o metano e o óxido nitroso são principalmente devido à agricultura. O dióxido de carbono é o gás mais importante de efeito estufa provocado pelas atividades humanas, pois sua concentração na atmosfera vem aumentando nos últimos 650.000 anos, e passou de 180 ppm para 300 ppm. Porém ocorreu um aumento mais evidente desde a era pré-industrial, onde passou de 280 ppm para 379 ppm em 2005, sendo que entre 1995 e 2005, houve a maior taxa de aumento (AVILA, 2007).

3.4 O Sequestro de Carbono

O conceito de sequestro de carbono foi formulado pela conferência de Kyoto em 1997, reunião ao qual participaram autoridades de mais de 160 países, na mesma foi criado um tratado internacional que determina metas de redução de emissões de gases do efeito estufa e estimula o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, converter e reverter o acúmulo de CO₂ atmosférico, tendo em vista à diminuição do efeito estufa (SAPORTA, 2006).

De acordo com Renner (2004), uma alternativa viável para mitigar o aumento de gases do efeito estufa, consiste na fixação do carbono atmosférico a partir do

reflorestamento em grande escala, pois a floresta é um dos maiores sequestradores de carbono no mundo, por isso, o desmatamento estimula o aumento do efeito estufa, diminuindo a população arbórea há maior concentração de CO₂ na atmosfera e conseqüentemente um maior aquecimento do planeta.

Os quatro principais compartimentos de carbono do mundo são os oceanos, atmosfera, formações geológicas contendo carbono fóssil e mineral e ecossistemas terrestres (florestas, solos). São grandes responsáveis pelo ciclo do carbono no planeta, sequestra carbono na sua maioria através de seres fotossintetizantes, autótrofos como plantas, plânctons, algas marinhas e bactérias, utilizam a energia solar e o CO₂ para sintetizarem alimentos para a sua sobrevivência (BARRETO, 2009).

O sequestro de carbono através das florestas é um importante alternativa para moderar o problema do processo de elevação da temperatura do planeta, em virtude do aumento dos gases do efeito estufa. O movimento do carbono em uma floresta é determinado pela assimilação de CO₂ através da fotossíntese, pela liberação de carbono através da respiração das plantas, também pela transferência de carbono no solo na forma serapilheira, madeira e raízes e pela eventual liberação de carbono do solo de volta a atmosfera através da decomposição e respiração da atividade microbiana no solo (RENNER, 2004).

No debate sobre o sequestro de carbono, há um interesse maior voltado às florestas tropicais úmidas (como as existentes no Brasil), pois é sabido que estas são caracterizadas por alta taxa de produtividade primária. É precisamente em sua fase de crescimento que as árvores removem e retêm quantidades significativas de carbono da atmosfera; quando já formadas, sua capacidade de absorção e retenção se reduz a níveis insignificantes.

De acordo com Chang (2002) as formas de sequestrar carbono florestal podem ser simplifiadamente classificadas em três tipos:

- a) Preservação do estoque de carbono nas florestas já existentes através de ação protetora;
- b) Aumento do estoque de carbono florestal por meio de uma ação combinada de práticas de manejo florestal sustentável, regeneração florestal e

- reflorestamento em áreas degradadas, ou introdução de atividades agroflorestais em áreas de agricultura;
- c) Substituição de combustíveis fósseis por produtos de biomassa vegetal sustentáveis.

3.5 Oiticica (*Licania rigida Benth*)

A *Licania rigida Benth* popular Oiticica é uma planta nativa do Nordeste brasileiro, ocorrendo principalmente nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Piauí e Ceará (DINIZ et al., 2008).

A oiticica ou *Licania rigida Benth* pertence a classe *Magnoliophyta*, ordem *Rosales*, família *Cryobalanaceae* gênero *Licania*. A *Licania rigida* pode chegar a aproximadamente 20 metros de altura, o seu tronco apresenta ramificações próximas ao solo, suas folhas são grossas e ásperas com cutículas espessas, o que previne a superfície de sofrer evaporação constante. As flores possuem tons amarelados e são agrupadas em cachos longos, os frutos possuem forma oval alongada, medem entre 4 e 6 cm de comprimento e aproximadamente 2 cm de diâmetro, pesam entre 4 e 7 gramas e apresentam coloração castanha, e todas essas características fazem a planta ter alto grau de xerofilismo, que é a alta capacidade de sobrevivência no semiárido (DUQUE, 2004; MELO, 2006).

A importância da vegetação nativa da Região Nordeste do Brasil é indiscutível, não só em função da diversidade de espécies, mas principalmente pela multiplicidade de usos (MAIA, 2004).

Melo et. al. (2006) evidencia que a oiticica possui elevada importância no aspecto ambiental, pois esta é uma espécie arbórea perene, de aspecto verde constante, que preserva as margens dos rios e riachos temporários.

As formas de utilização desta planta vão desde o aproveitamento de sua agradável sombra em meio à aridez da Caatinga, à medicina popular, mas com destaque especial para extração do óleo de suas sementes, muito requerido pela indústria de óleos e vernizes nas décadas de 1930 a 1960. Recentemente, vem sendo apontada como matéria-prima potencial para produção de biodiesel (OLIVEIRA, 2012; QUEIROGA, 2013).

Este vegetal encontra-se as margens de rios e riachos temporários, cujo química, ciência, tecnologia e potencial para a produção de biodiesel ainda é pouco estudada. Essa espécie pode ser importante para a sustentabilidade do biodiesel no semiárido, aliado ao fato da época de colheita ser realizada entre os meses de dezembro a fevereiro, período de total escassez de renda para a agricultura familiar (OLIVEIRA et al., 2012).

3.6 Moringa

Moringa oleífera Lam, é uma planta tropical pertencente à família *Moringaceae*, nativa da Índia que foi introduzida no Brasil por volta de 1950. O gênero *Moringa*, único representante da família *Moringaceae*, é constituído por quatorze espécies, dentre as quais a *Moringa oleífera Lam* é a mais conhecida (ANWAR, 2007).

A *oleífera* do nome genérico *Moringa* é um adjetivo do latim empregado para designar as plantas que contém ou produzem óleo (FARIA, 1991). No Brasil é conhecida como quiabo-de-quina e lírio branco, na Índia, como *Sajina* e *Shekta*, e nos Estados Unidos como *Horse-radish-tree*. É uma hortaliça perene e arbórea, com crescimento rápido, chegando até aproximadamente cinco metros de altura, com casca de cor clara, tronco delgado, folhas compostas, flores numerosas e frutos longos, parecidos com uma vagem e que contém muitas sementes. No Brasil é mais comum na Região Nordeste, principalmente nos Estados do Maranhão, Piauí e Ceara (GERDES, 1997; MADRONA, 2011).

Pode ser explorada, tanto em condições irrigadas como de sequeiro, apresentando um grande potencial em fase de suas diversas aplicações (Lorenzi e Matos, 2002). A moringa é cultivada devido ao seu valor alimentar (folhas, frutos verdes, flores e sementes torradas); forrageiro (folhas, frutos e sementes); medicinal (todas as partes da planta); condimentar (principalmente as raízes), culinário e na indústria de cosméticos (óleo extraído das sementes), melífero (flores); combustível (madeira e óleo) e no tratamento de água para o consumo humano (cotilédones e tegumento das sementes) (BEZERRA, 2004).

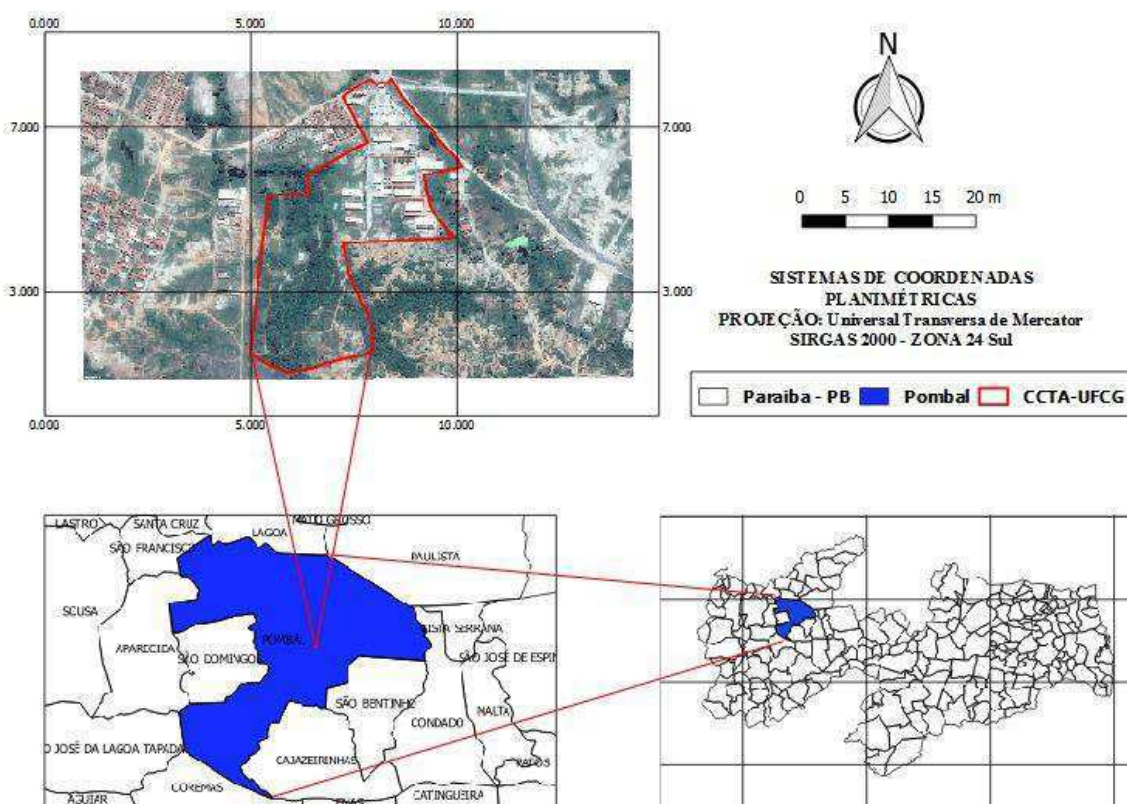
Segundo Jesus et al. (2013) a *Moringa oleífera Lam* apresenta elevada capacidade de adaptação a condições climáticas e a solos áridos, típicos, por exemplo, do sertão nordestino brasileiro, ela pode ser cultivada até 1.400 metros de altitude, em quase todos tipos de solos, menos naqueles onde há possibilidade de que o terreno fique encharcado.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do Experimento

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de maio a agosto do ano de 2016 no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas locais de referência são 6°48'16" S, 37°49'15" O e altitude média de 144 m (BELTRÃO, 2005). Segundo a classificação climática de Köppen-Geige, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh, ou seja, semiárido quente e seco, com temperatura mínima média de 23°C e temperatura máxima média de 39°C (MOLION; BERNARDO, 2002).

Mapa 1 - Localização da área de estudo (CCTA - UFCG, Pombal - PB)



Fonte: Autoria própria (2017)

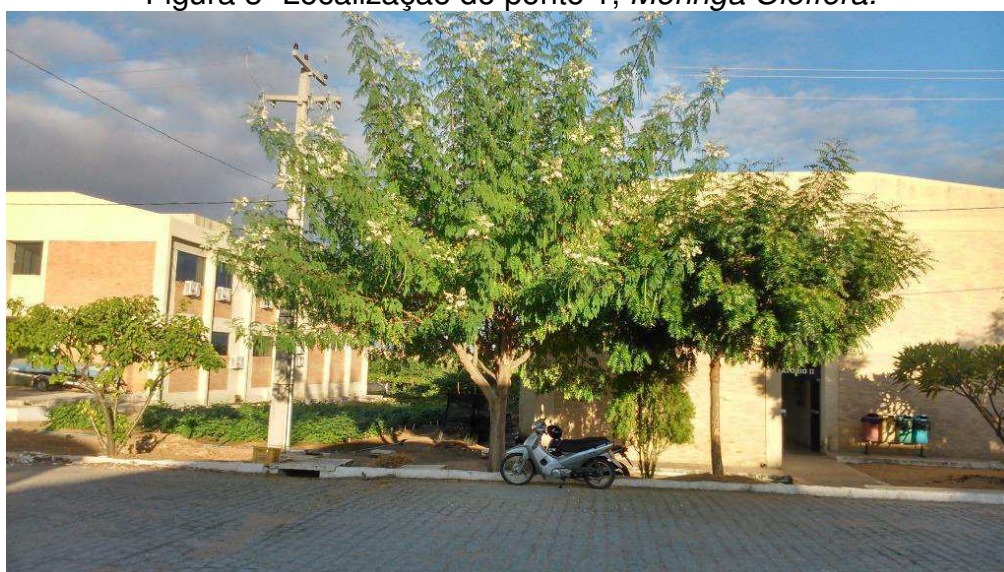
A pesquisa foi realizada durante os meses de maio (período chuvoso); junho, julho e agosto (estação de inverno – período seco), e consistiu em realizar medições dos níveis de dióxido de carbono, temperatura e umidade em três pontos dentro do campus, os quais ocorreram em três horários distintos do dia entre 6:00 e 7:00 h, 12:00 e 13:00 h e 19:00 e 20:00 h. Durante o período experimental também foi observado as condições da cobertura do céu: claro, parcialmente nublado e nublado. Os pontos foram selecionados de forma a obter resultados distintos, onde a escolha se caracterizou em medir os dados no ponto 1 (embaixo de uma árvore exótica, a *moringa oleífera*), ponto 2 (por trás da biblioteca, um local descampado para servir de dado de controle quando comparado com a variação dos dados dos demais locais) e o ponto 3 (embaixo de uma árvore endêmica da região, a *Licania rígida Benth*, popular oiticica).

4.2 Descrição dos Pontos de Coleta dos dados (P1, P2 e P3)

4.2.1 Ponto 1

Localizado em frente ao bloco de laboratório II, foi observado os parâmetros embaixo da árvore exótica *Moringa oleífera*.

Figura 3- Localização do ponto 1, *Moringa Oleífera*.

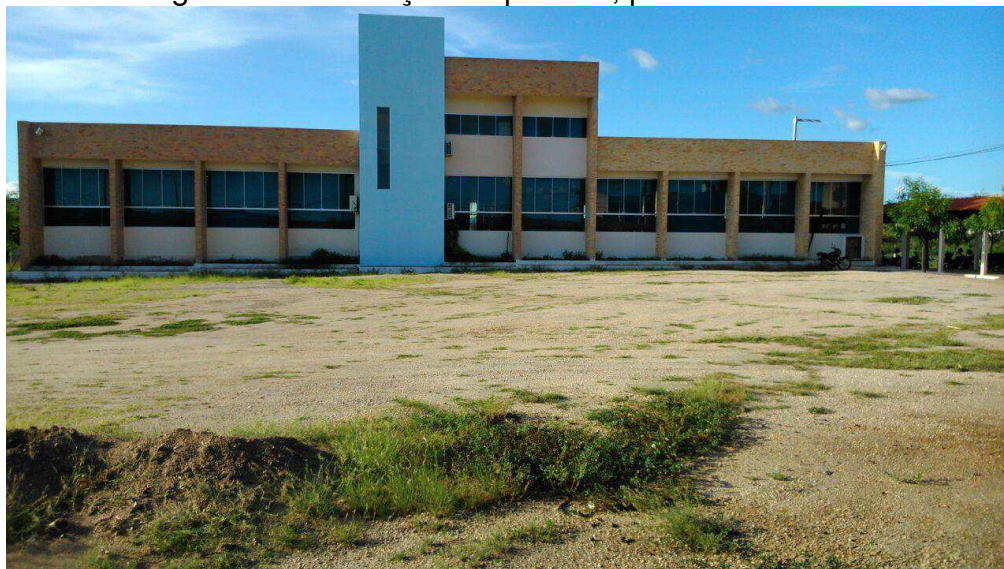


Fonte: Autoria própria

4.2.2 Ponto 2

Localizado por trás da biblioteca do campus UFCG Pombal.

Figura 4- Localização do ponto 2, ponto de controle

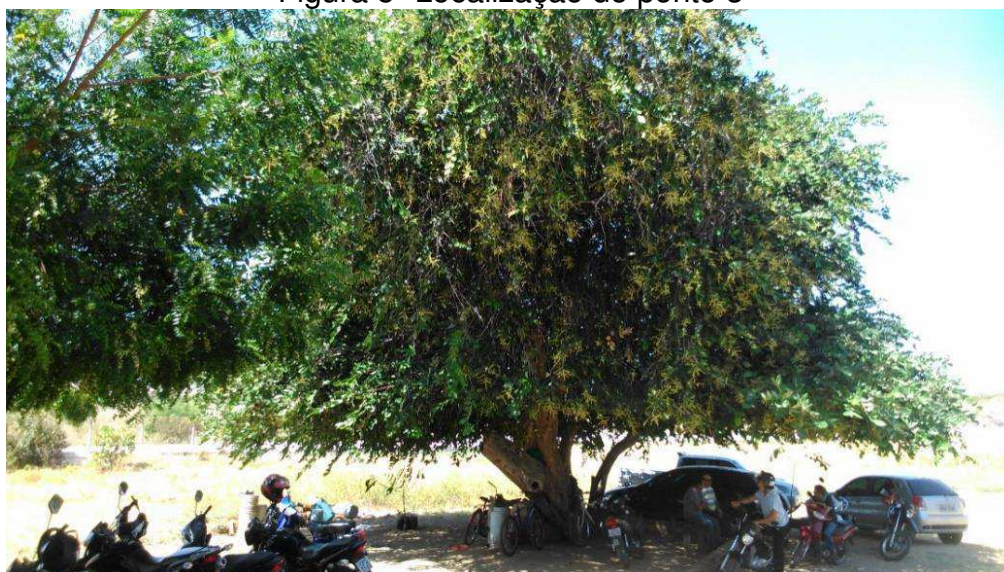


Fonte: Autoria própria

4.2.3 Ponto 3

Localizado ao lado da Subprefeitura do campus da UFCG Pombal, foi medido embaixo de uma Oiticica (LicaniarigidaBenth).

Figura 5- Localização do ponto 3



Fonte: Autoria própria

4.3 Equipamento/ Programas Utilizados

4.3.1 Medição das variáveis.

Foi utilizado um instrumento portátil de leitura direta por meio de sensor infravermelho não dispersivo, o modelo C-02, para medição de dióxido de Carbono, temperatura e umidade relativa. A faixa de leitura e exatidão do modelo C-02 são estabelecidas pela resolução RE n° 9 da ANVISA (BRASIL, 2003).

Umidade relativa: 10% a 95%

1. Com precisão de $\pm 3\%$, a uma temperatura de 25°C, de 30 a 95% de UR;

2. Com precisão de $\pm 5\%$, a uma temperatura de 25°C, de 10 a 30% de UR;

Temperatura: -20°C a 60°C, com precisão de $\pm 0,5^\circ\text{C}$;

CO₂: varia de 0 a 6000 ppm, com precisão de $\pm 3\%$ de leitura ou ± 50 ppm.

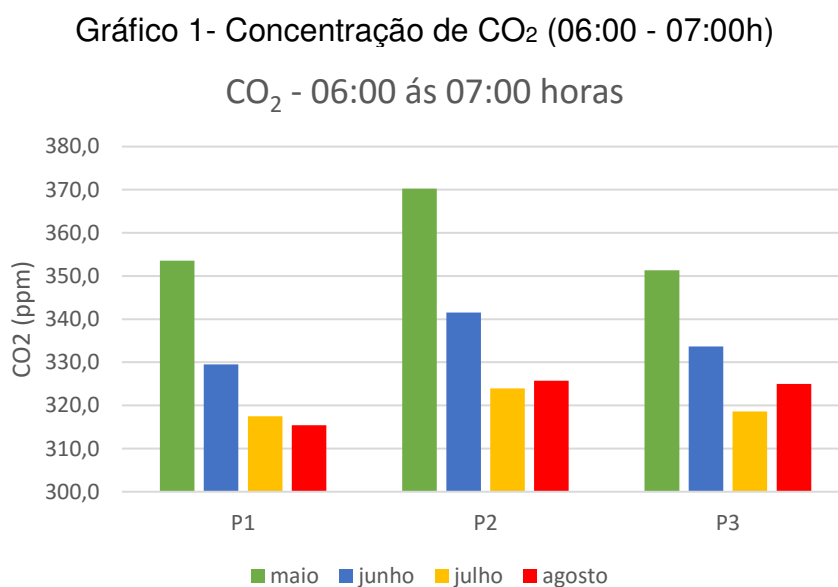
Figura 6 - Medidor de dióxido de carbono, temperatura e umidade modelo C-02.



Fonte: Autoria própria

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

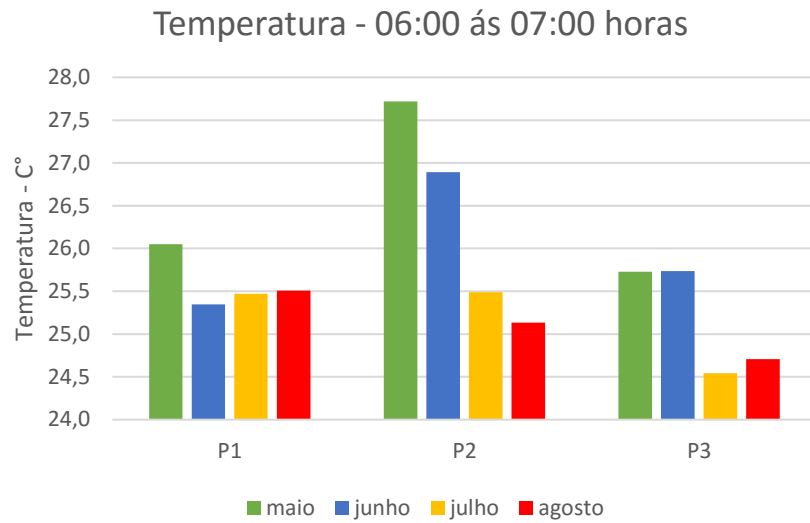
Analisando as concentrações dos três pontos no período da manhã no gráfico 1, entre 06:00 e 07:00 horas, observa-se que os níveis da concentração de CO₂ foram gradativamente caindo ao decorrer dos meses no ponto 1, enquanto nos pontos 2 e 3 caíram até julho e voltaram a aumentar levemente no mês de agosto. A exceção de maio, quando comparado as concentrações por ponto em cada mês, observa-se que o ponto 1 teve menores concentrações em relação aos pontos 2 e 3.



Fonte: Autoria própria

No Gráfico 2 observa-se que a temperatura foi caindo ao passar dos meses, e a exceção do mês de junho, as menores temperatura foram registradas no ponto 3, enquanto as maiores foram no ponto 2 para todo os meses. O comportamento das temperaturas é resultando da cobertura do solo e da mudança de estação.

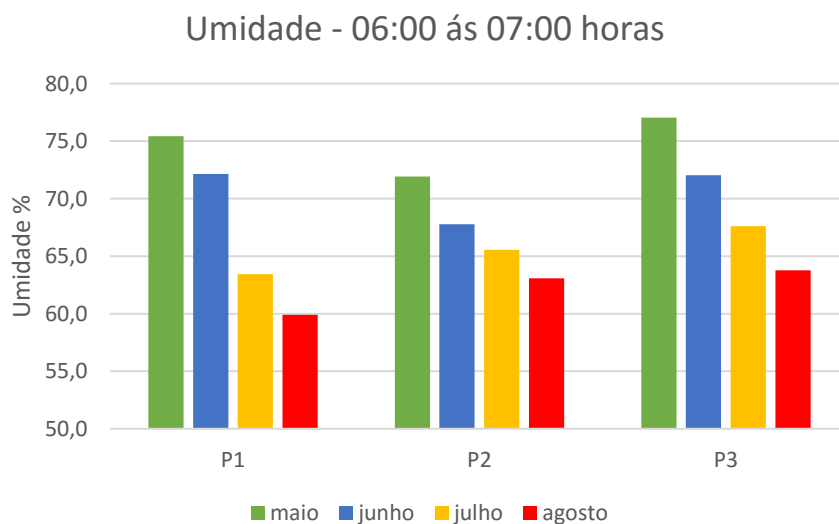
Gráfico 2 - Temperatura observada (06:00 - 07:00h)



Fonte: Autoria própria

Já no Gráfico 3 observa-se que a umidade caiu gradativamente em todos os meses e pontos, e com exceção ao mês de junho no ponto 1, que teve a maior taxa de umidade comparando com os outros pontos, os demais meses as maiores taxas foram no ponto 3 e menores no ponto 2. Isso é decorrente da estação do ano, além da contribuição da cobertura do solo.

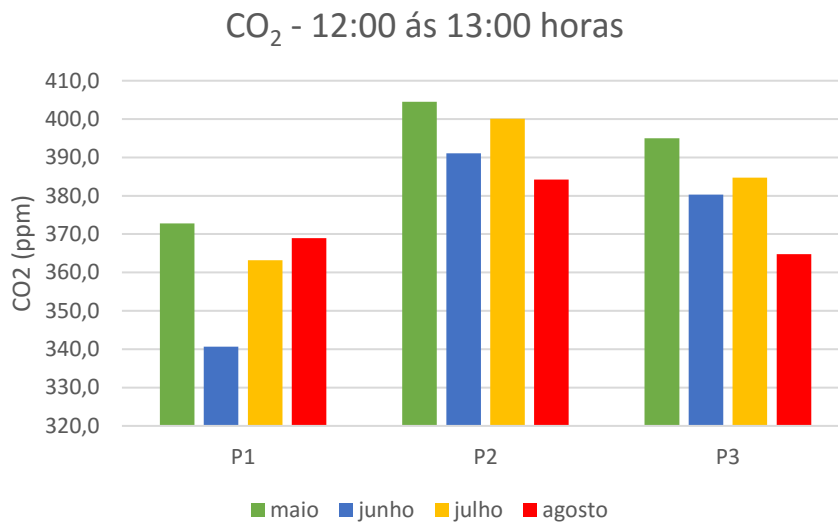
Gráfico 3- Umidade observada (06:00 - 07:00h)



Fonte: Autoria própria

Para os dados coletados no início da tarde entre 12:00 e 13:00 horas, Gráfico 4, pode-se observar que as concentrações de CO₂ nos quatro meses foram maiores no ponto 2, e com exceção do mês de agosto, os menores valores foram, assim como ocorreu no horário da manhã, no ponto 1.

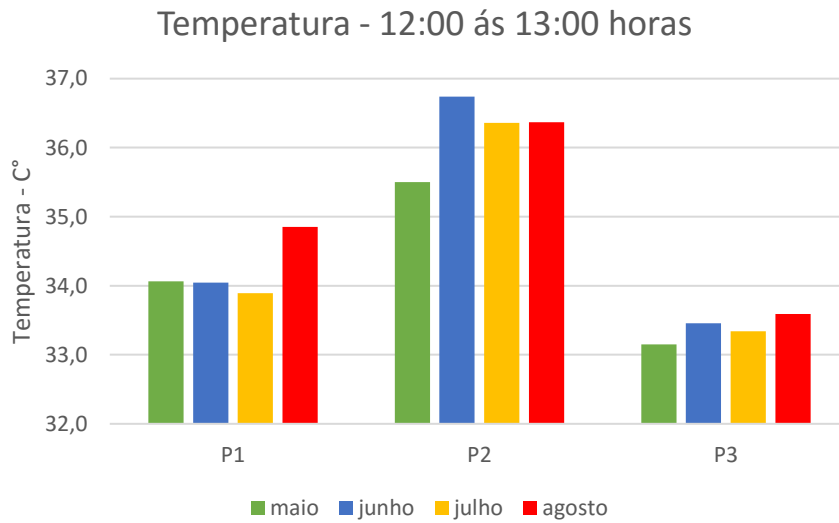
Gráfico 4 - Concentração de CO₂ (12:00 - 13:00h)



Fonte: Autoria própria

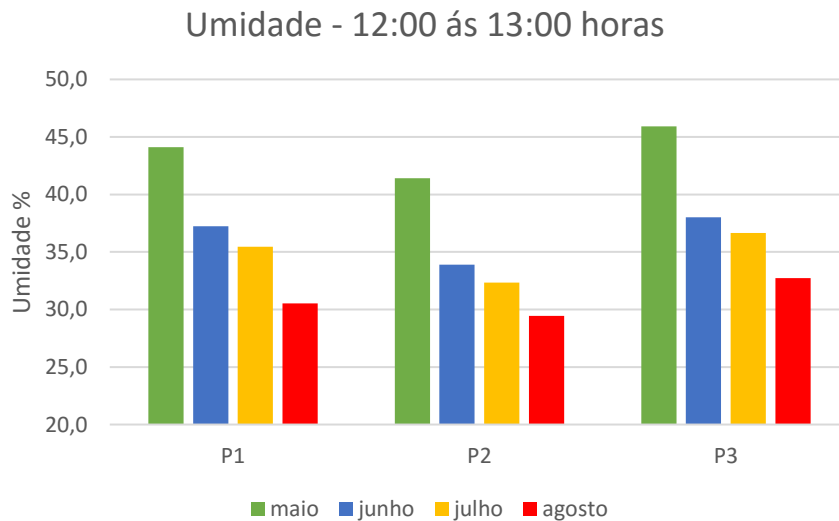
No Gráfico 5, nota-se que as temperaturas não variaram muito em relação aos meses, pois esteve sempre na média de 33,9° e 34,9°C no ponto 1, as maiores temperaturas no ponto 2 variam de 35,5° a 36,7°C, e as menores ocorreram no ponto 3 e variaram de 33,2° a 33,6°C. Se percebe nessa comparação a importância de árvores como a Oiticica na região semiárida, e mostra o impacto nas temperaturas no microclima.

Gráfico 5- Temperatura observada (12:00 - 13:00h)



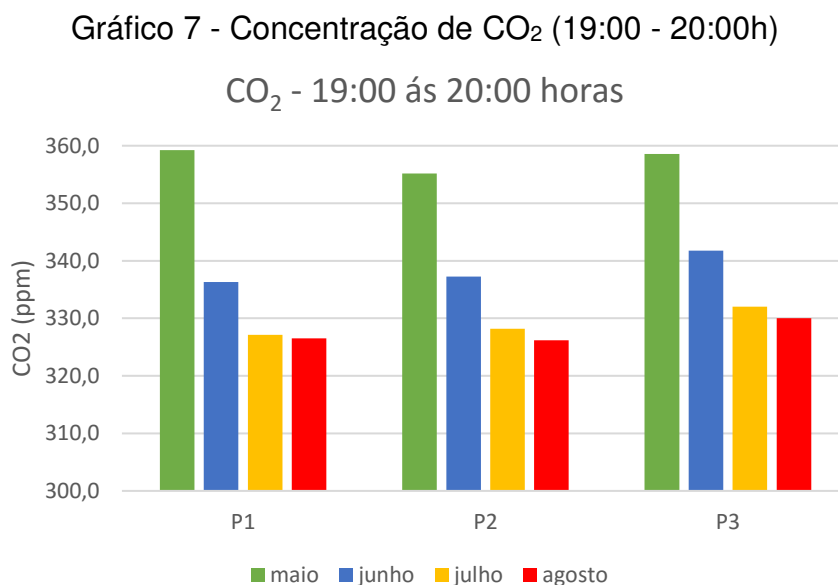
O impacto já observado nas temperaturas pode ser percebido na umidade, Gráfico 6, onde a taxa foi caindo com o passar dos meses, como podemos ver no ponto 3 que foi de 45,9% no mês de maio e 32,7% em agosto, no entanto maior em todos os meses em relação aos pontos 1 e 2.

Gráfico 6 - Umidade observada (12:00 - 13:00h)



Nos dados coletados a noite entre 19:00 e 20:00 horas, Gráfico 7, observou-se que as medias das concentrações de CO₂ caíram no decorrer dos meses, onde

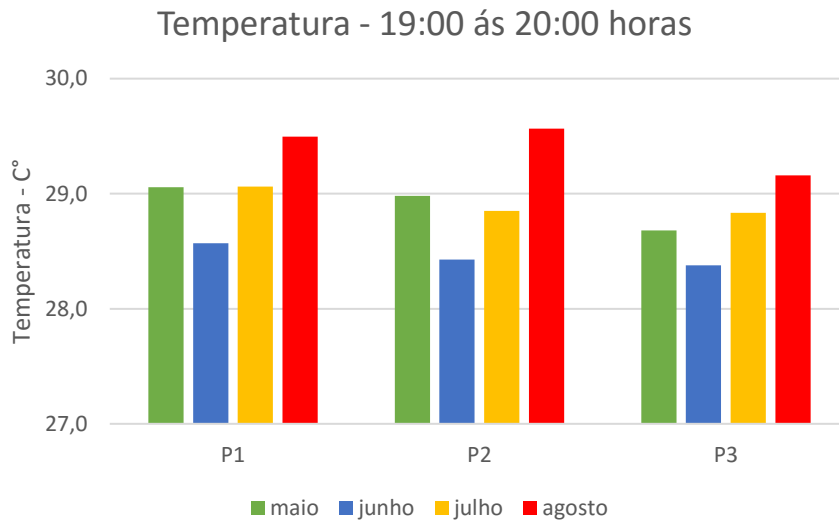
podemos exemplificar o ponto 1, que em maio sua média foi de 359,3 ppm, e agosto foi 326,5 ppm, porém quando observado para os três pontos em cada mês, percebe-se que no ponto 1 os valores foram menores, com exceção de maio. No geral as médias foram semelhantes e não variaram muito.



Fonte: Autoria própria

As temperaturas não variaram muito nos pontos, como pode-se observar no Gráfico 8, e também nos meses, e suas médias estiveram entre a maior temperatura 29,6°C no ponto 2, no mês de agosto e a menor 28,4°C no ponto 3 no mês de junho. O mês de agosto foi o mais quente em cada ponto.

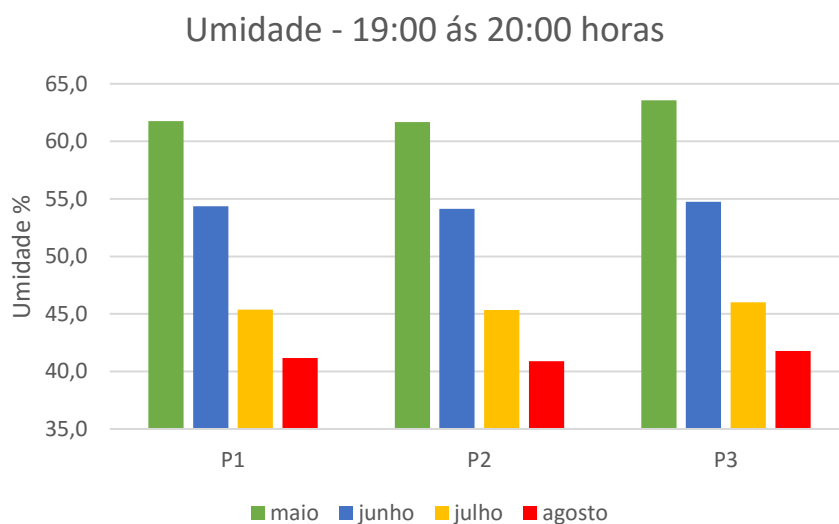
Gráfico 8 - Temperatura observada (19:00 - 20:00h)



Fonte: Autoria própria

No Gráfico 9 está apresentado as umidades, percebe-se que houve um comportamento decrescente para todos os meses. O maior valor observado no mês de maio foi de 63,6% no ponto 3, e o menor no mês de agosto, sendo 40,9% no ponto 2, quando comparado cada ponto. Portanto, não houve diferença significativa, pois, os valores não variavam mais de 2% entre si.

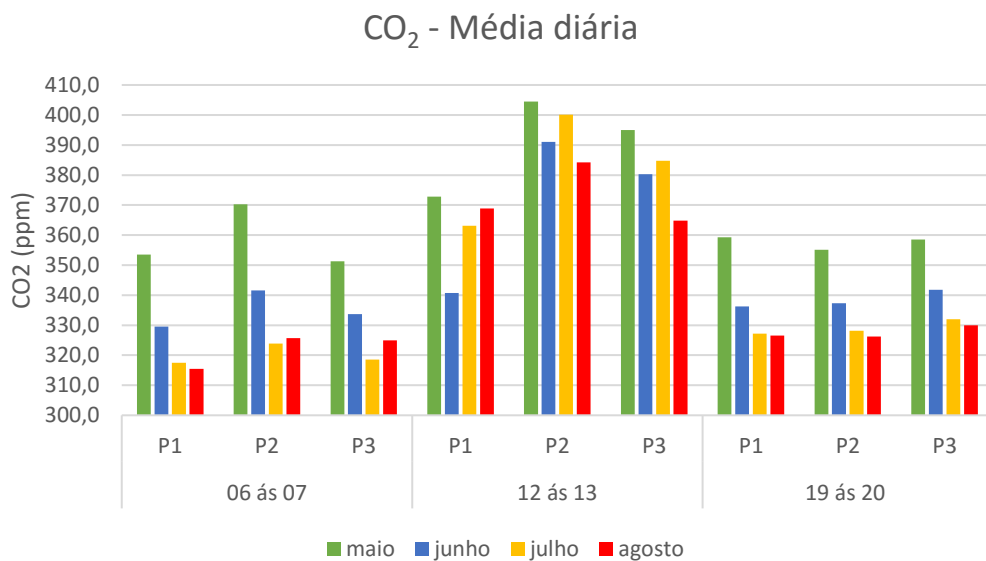
Gráfico 9 - Umidade observada (19:00 - 20:00h)



Fonte: Autoria própria

Analisando o Gráfico 10, observa-se que quando comparado os três pontos nos três intervalos do dia, para os quatro meses, que o período da tarde foi o que teve maiores concentrações de CO₂. O maior valor ocorreu em maio, de 404,5 ppm, coletado no ponto 2 no horário entre 12:00 e 13:00 horas, e o menor foi em agosto, de 315,4 ppm no ponto 1 entre 06:00 e 07:00 horas.

Gráfico 10 - Concentração média diária de CO₂

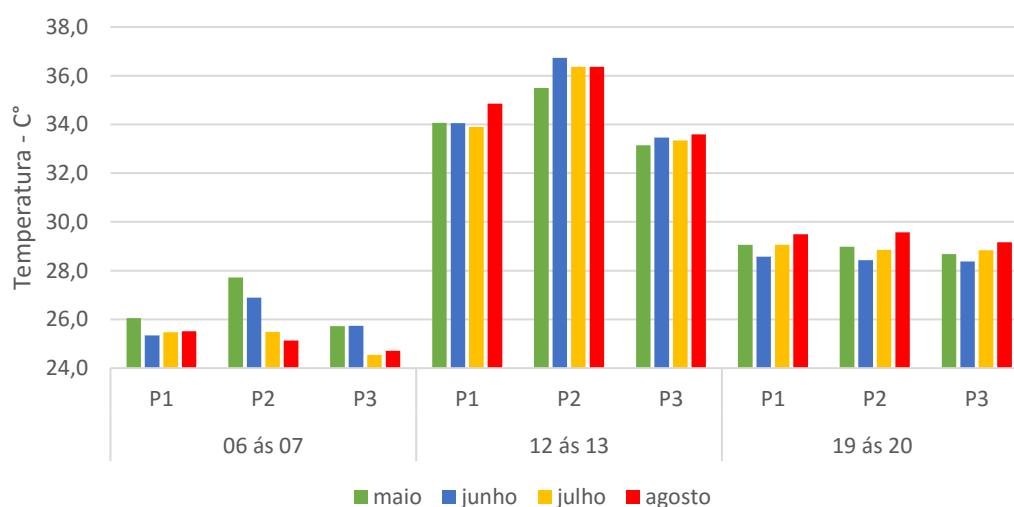


Fonte: Autoria própria

Nos Gráficos 11 e 12, ao analisar a temperatura e a umidade, naturalmente, observa-se que o período da tarde entre 12:00 e 13:00 horas apresentou as maiores temperaturas e menores taxas de umidade quando comparado com os outros dois intervalos, já o período da manhã entre 06:00 e 07:00 horas apresentaram o inverso do período da tarde, apresentando menores temperaturas e maiores taxas de umidade. No início da tarde devido a cobertura do solo, o ponto 2 apresentou as maiores temperaturas e menores umidades; e o ponto 3 devido à sombra da árvore apresentou as menores temperaturas e maiores umidades.

Gráfico 11- Média diária de temperatura

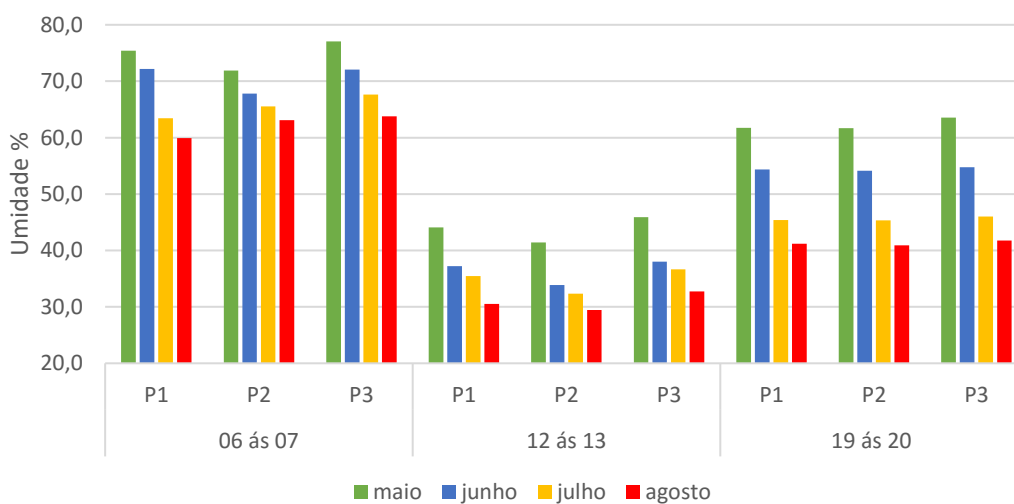
Temperatura - Média diária



Fonte: Autoria própria

Gráfico 12- Média diária de umidade

Umidade - Média diária

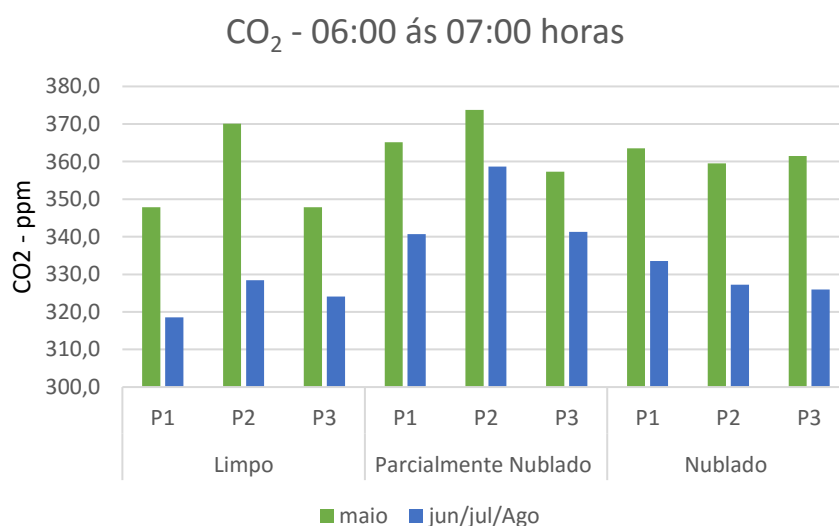


Fonte: Autoria própria

No Gráfico 13 está a concentração de CO₂ média por estação para o horário das 06 às 07 horas. Observa-se que em condições de céu nublado para o mês de maio não há diferenças significativas entre os três pontos, já no inverno o ponto 1 apresentou maior concentração. Na condição de céu parcialmente nublado o ponto 3

apresentou, em geral os menores valores, seguidos pelos pontos 1 e 2. Na condição de céu limpo, a diferença entre as estações é mais significativa e no ponto 2 chega a mais de 40 ppm, entre maio e o inverno. Em maio as concentrações foram iguais entre os pontos 1 e 3 e o ponto 1 apresentou menores valores de CO₂ no inverno. Comparando as três condições de tempo, percebe-se que há uma forte dependência da estação do ano, pois as concentrações no mês de maio foram sempre os maiores que as de inverno, independente da condição do céu. No ponto 2 o maior impacto na concentração de CO₂ ocorreu com céu nublado, sentido em maio e também na estação de inverno. No inverno as maiores concentrações foram observadas na condição de céu parcialmente nublado.

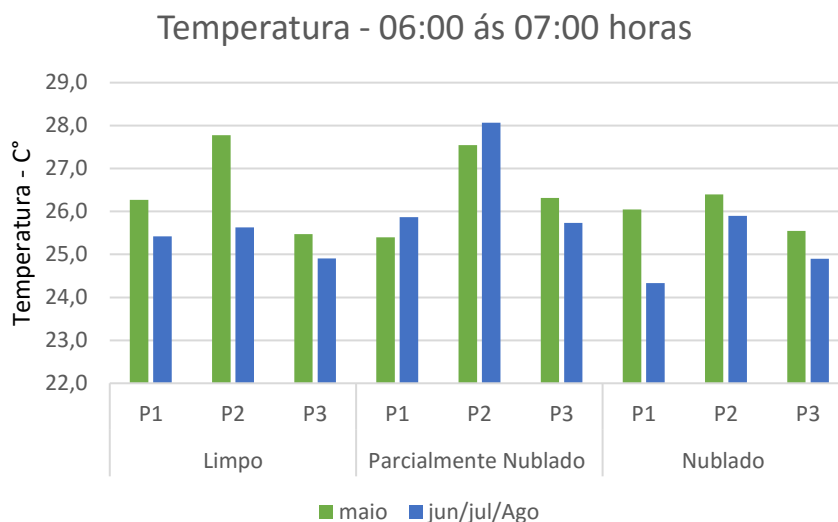
Gráfico 13 - Concentração de CO₂ observado no mês de maio e no inverno (06:00 – 07:00h)



Fonte: Autoria própria

No Gráfico 14 está a média da temperatura por estação, percebe-se uma variação de 4°C, entre a maior temperatura que foi observada no período de inverno e em condições de céu parcialmente nublado e a menor que foi registrada também no inverno em condições de céu nublado. O ponto 2 sempre apresentou as maiores temperaturas, devido a cobertura do solo.

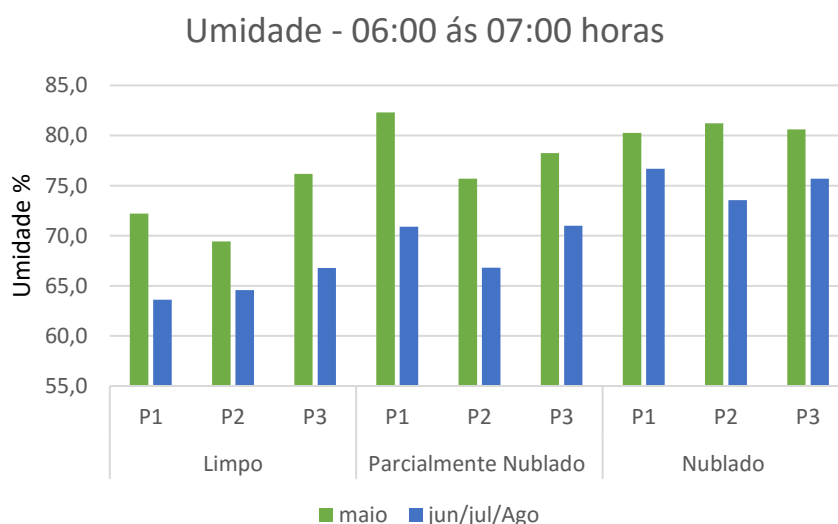
Gráfico 14 - Temperatura observado no mês de maio e no inverno (06:00 – 07:00h)



Fonte: Autoria própria

Comparando a umidade, Gráfico 15, evidencia-se que os maiores valores ocorrem no período chuvoso (maio) e que o inverno faz parte do período seco, com uma diferença de aproximadamente 20% de umidade.

Gráfico 15 - Umidade observado no mês de maio e no inverno (06:00 – 07:00h)

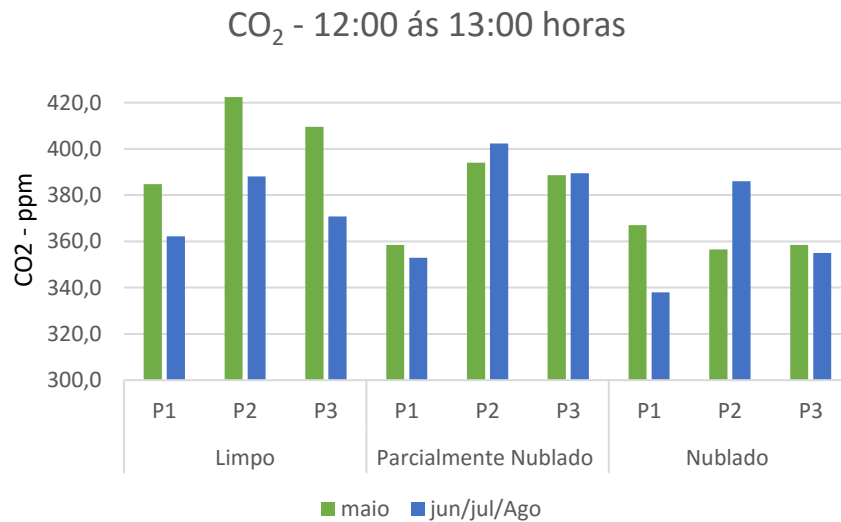


Fonte: Autoria própria

No Gráfico 16 observa-se a concentração de CO₂ registrada no horário entre 12:00 e 13:00 horas, conclui-se que as mudanças de concentração de CO₂ variaram bastante nas condições de tempo de céu claro e nublado quando comparado as

épocas do ano, e manteve-se a medias semelhante nas condições de tempo parcialmente nublado. A menor concentração foi registrada em condição de céu nublado durante o inverno e no ponto 3 e o maior valor em maio em condição de céu limpo no ponto 2.

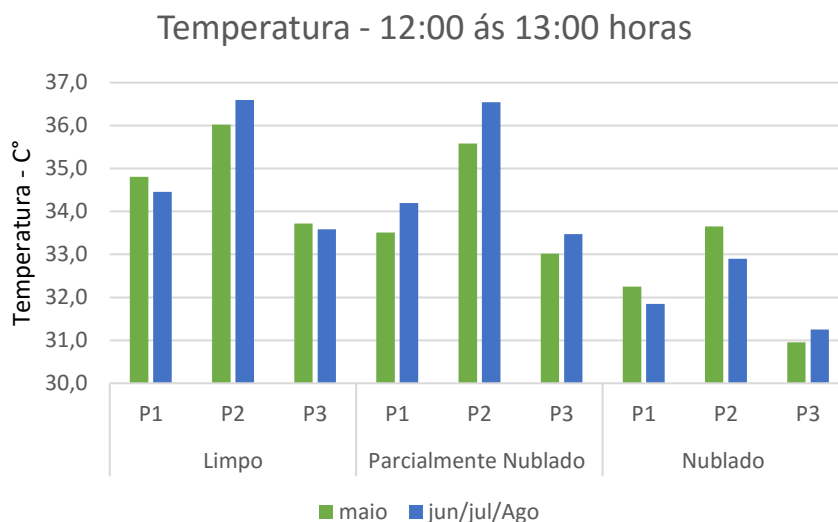
Gráfico 16 - Concentração de CO₂ observado no mês de maio e no inverno (12:00 – 13:00h)



Fonte: Autoria própria

No Gráfico 17, observa-se que a temperatura não variou muito quando comparado as épocas do ano, já nas condições de tempo houve uma diferença significativa no tempo nublado em relação aos demais.

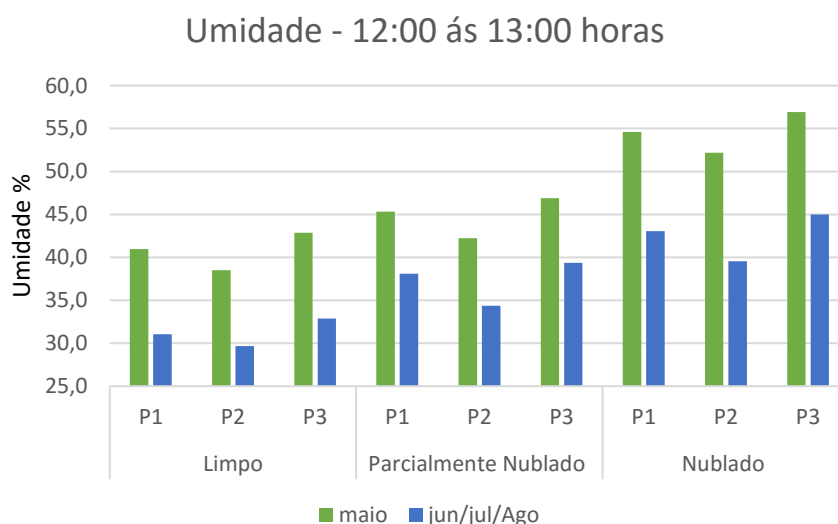
Gráfico 17 - Temperatura observado no mês de maio e no inverno (12:00 – 13:00h)



Fonte: Autoria própria

No Gráfico 18, percebe-se que a umidade sofre influência da estação do ano, sendo maio mais úmido que o inverno, da condição do céu e da cobertura do solo. O maior valor registrado foi de 11,9% no ponto 3, e condição de tempo nublado.

Gráfico 18 - Umidade observado no mês de maio e no inverno (12:00 – 13:00h)

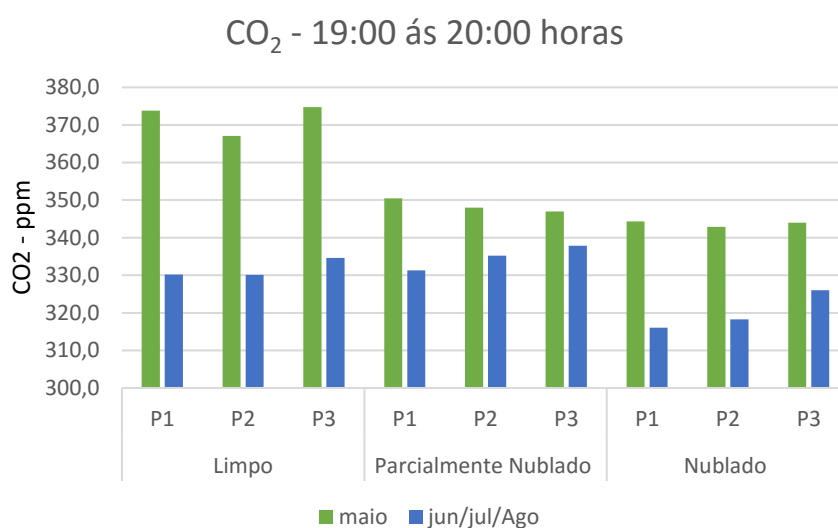


Fonte: Autoria própria

Nos Gráficos 19, 20 e 21, os dados foram coletados a noite entre 19:00 e 20:00 horas. No Gráfico 19, observa-se que os níveis de CO₂ não variaram significativamente de um ponto para outro quando comparado os pontos dentro das

condições de tempo. O índice mais expressivo ocorreu na condição de tempo nublado e no período de inverno, com a menor concentração registrada de 310 ppm no ponto 1 e a maior foi de 326 ppm no ponto 3. As maiores diferenças nos dados de concentração ocorreram entre os períodos seco (inverno) e úmido (maio) na condição de céu limpo.

Gráfico 19 - Concentração de CO₂ observado no mês de maio e no inverno (19:00 – 20:00h)

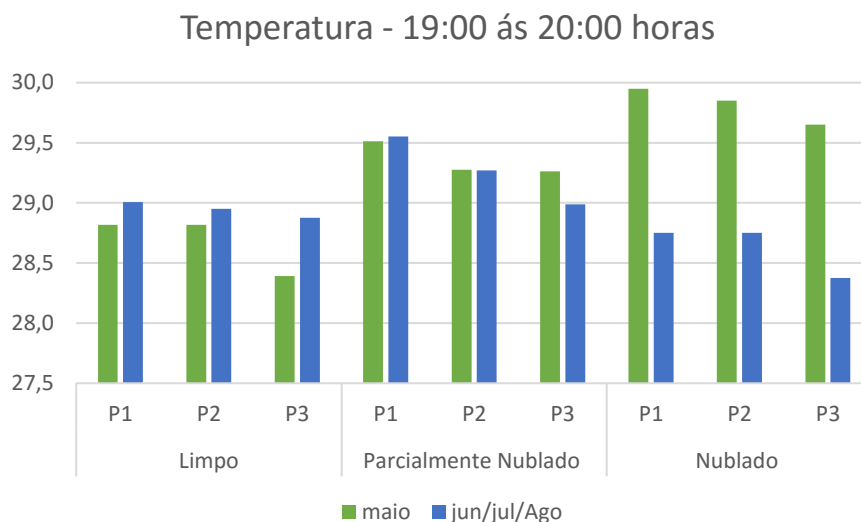


Fonte: Autoria própria

Na temperatura, Gráfico 20, a mudanças mais significativa ocorreu no tempo nublado, onde a média nos três pontos foi de 29,9°C em maio, e de 28,6° no inverno. No início da noite percebe-se bem o efeito estufa com céu nublado e no período úmido as temperaturas bastante elevadas.

No geral, nos três horários do dia as temperaturas, apesar da localização de Pombal ser muito próximo a linha do Equador, as diferenças entre as estações do ano (maio e inverno, chuvoso e seco, respectivamente) aparecem no início da manhã com a diferença chegando a 4°C. Assim concluímos que as temperaturas se mostram sensíveis ao período do ano e a cobertura do solo.

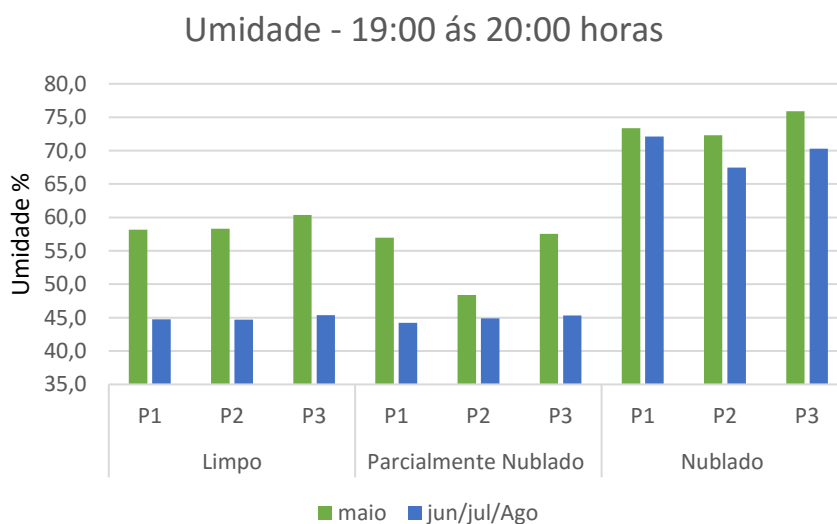
Gráfico 20 - Temperatura observado no mês de maio e no inverno (19:00 – 20:00h)



Fonte: Autoria própria

Para umidade, Gráfico 21, conclui-se que os valores não variaram entre os pontos nas três condições de tempo para ambos períodos do ano. Porém observou-se que na condição de tempo de céu claro entre os períodos, maio teve uma taxa de umidade de 58,9%, enquanto junho, julho e agosto de 44,9%, sendo a maior diferença entre os períodos.

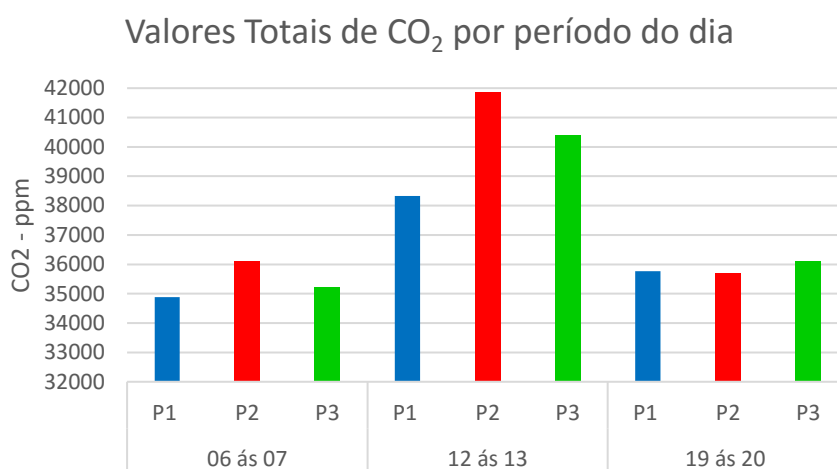
Gráfico 21 - Umidade observado no mês de maio e no inverno (19:00 – 20:00h)



Fonte: Autoria própria

Fazendo um somatório das concentrações de todos os dias durante os 4 meses em que os dados foram analisados, Gráfico 22, comparando-se as concentrações de CO₂ percebe-se que são menores pela manhã de 06:00 às 07:00 horas. Porém, no início da tarde é quando os pontos 1 e 3 tem uma diferença mais significativa quando comparado com o ponto de controle (o ponto 2). Já a noite as concentrações não apresentam diferenças significativas entre os pontos.

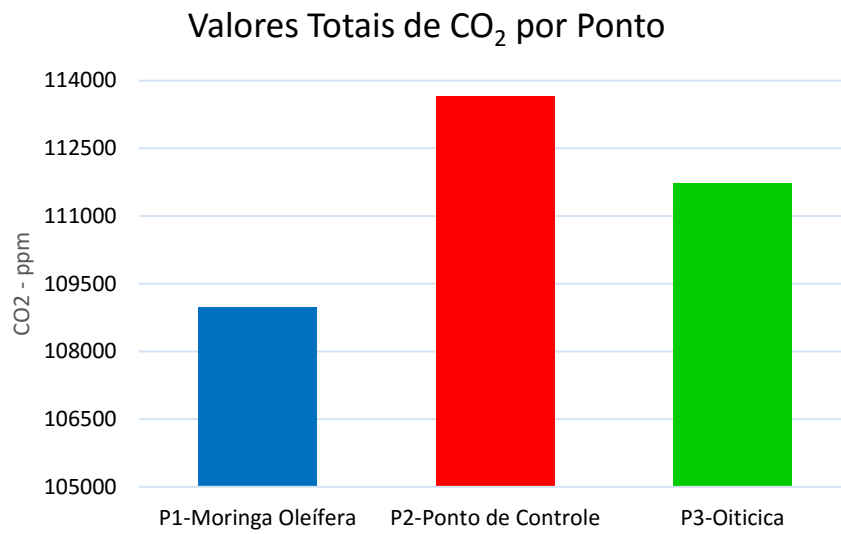
Gráfico 22 - Valores Totais de CO₂ por período do dia



Fonte: Autoria própria

No Gráfico 23 está apresentado o somatório de todos os dias e todos os períodos do dia, isso para obter as concentrações totais de cada ponto analisado, como isso foi possível observar que o ponto 1, a moringa oleífera teve concentração total de 108.977 ppm, menor em comparação com o ponto 3, a oiticica, que teve um total de 111.733 ppm, e bem menor ainda com o ponto 2 localizado por trás da biblioteca, que teve uma concentração total de 113.656 ppm.

Gráfico 23 - Valores totais de CO₂ por ponto



Fonte: Autoria própria

6. CONCLUSÕES

Foi concluído que a árvore da espécie *Moringa Oleífera* sequestrou mais dióxido de carbono que a Oiticica (*Licania rigida Benth*), considerando um total de 2.756 ppm a mais ao decorrer dos 4 meses analisados. As concentrações de dióxido de Carbono foram maiores nos horários das temperaturas mais elevadas do dia, para o período úmido e em condições de céu limpo. À noite as concentrações foram sempre maiores para o período úmido (maio) e com diferenças significativas entre maio e o inverno; e não apresenta variação com os pontos, indicando que as árvores não absorvem neste período do dia.

Ao analisar a influência das condições climáticas de céu limpo, parcialmente nublado e nublado, observasse que as concentrações de CO₂ estavam menores no tempo nublado, conseqüentemente as temperaturas também estavam mais baixas, indicando assim ser um parâmetro fundamental nas concentrações de CO₂.

REFERÊNCIAS

- AMBIENTE, Ministério do Meio. **Protocolo de Quioto**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>>. Acesso em: 08 fev. 2017.
- Anwar, F.; Latif, S.; Ashraf, M.; Gilani, A. H. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**, v.21, p.17-25, 2007.
- AVILA, Ana Maria Heuminski de. Uma Síntese do Quarto Relatório do IPCC. **Multiciência**, Campinas, n. 8, p.163-168, maio 2007.
- BAIRD, C. **Química ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BARBOSA, R. R. N; SILVA, A. A; NEVES, M.G; GALVÃO, A. R. A; NETO, C. F. O. **Produção e Sequestro de Carbono na Atmosfera**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 1783, 2013.
- BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A; MIRANDA, J. L. F. **Diagnóstico do município de Pombal. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Recife: Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM. 2005. 23p.
- BESKOW, EDUARDO; MATTEI, LAURO. NOTAS SOBRE A TRAJETÓRIA DA QUESTÃO AMBIENTAL E PRINCIPAIS TEMAS EM DEBATE NA CONFERÊNCIA RIO + 20. **Revista NECAT** - Ano 1, nº 2, p. 4-12, Jul-Dez de 2012.
- BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS FILHO, S. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.2, p.295-299, abril-junho 2004.
- BOLINA, Giovane; BARREIRA, Sybelle. **Quantificação De Carbono Em Espécies Nativas Do Cerrado**. Vagafogo. 2007.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005, 628p.
- BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução – RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003**. Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. 2003.
- BUENO, Lilian de Oliveira. **Mudanças Climáticas no Contexto das Ciências e da Divulgação Científica**. 2010. 210 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência na

Área de Tecnologia Nuclear - Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2010.

CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologias e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

Chang, Manyu: **Seqüestro de Carbono Florestal: oportunidades e riscos para o Brasil**. R. paran. Desenv. Curitiba, n. 102, p. 85-101, jan. /jun. 2002.

COSTA, Katia Maria da; CAXAMBU, Marcelo Galeazzi. **Sequestro de carbono: possibilidade de aplicação em áreas de preservação permanente e reserva legal**. Disponível em: <<http://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/30515-32019-1-PB.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2017.

DINIZ, F.O.; MOREIRA, F.J.C.; SILVA, F.D.B.; MEDEIROS FILHO, S. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de oiticica (*LicaniarigidaBenth*). **Revista Ciência Agrônômica**, vol.39, n.3, p.476- 480, 2008.

DUQUE, J.G. – **O Nordeste e as Lavouras Xerófilas**. 4. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 330p.

Faria, E. **Dicionário Escolar Latino Português**. Revisão de Ruth Junqueira de Faria. 6. Ed., Rio de Janeiro: FAE, 1991. 592p.

GERDES, G. **Como limpar e tratar água suja com sementes de moringa**. Fortaleza: Esplar - Centro de Pesquisa e Assessoria 1997. 23 p.

GRÜTTER, J., KAPPEL, R. e STAUB, P. The GHG marketontheeveof Kyoto ratification. Nova Iorque: NationalStrategyStudies, 2002.

GUEDES, I. M. R. **Mudanças climáticas globais e a produção de hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009, 132p.

JESUS, A. R. DE; MARQUES, N. S.; SALVI, E. J. N. R.; TUYUTY, P. L. M.; PEREIRA, S. A. **Cultivo da Moringa Oleífera**. Instituto EuvaldoLodi – IEL/BA. 2013.

LEITE, Luiz Fernando Carvalho. "**Matéria orgânica do solo: funções, interações e manejo**" in **idem Matéria orgânica e organismos do solo**. Teresina; EDUFPI, 2008. 220 p.

LEITE, Luiz Fernando Carvalho; PETRESE, Vanderlise Giongo; SAGRILLO, Edvaldo. **Sequestro de carbono em solos da região Semiárida brasileira estimado por modelo de simulação em diferentes sistemas produtivos**. In: 2A CONFERÊNCIA INTERNACIONAL: CLIMA, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS. Fortaleza - Ceará 2010.

LIMA, Aline Pereira. **Produção de gases de efeito estufa e potencial de geração de créditos de carbono em processos de tratamento de esgoto sanitário**. 2012.

126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

LORENZI, H., MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil – nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, p.346-347, 2002.

MADRONA, Grasielle Scaramal; BUENO, Raíssa Sant´ana; SANTOS, Pedro Henrique Carvalho dos. Adição do pó da folha de moringa oleífera lam em sorvete. **Revista Tecnológica**, Maringá - Pr, v. 5, n, p.63-67, 2011. Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos.

MELO, J.C.; PACHECO FILHO, J.G.A.; STRAGEVITCH, L.; TEIXEIRA, J.C.; BRITO, J.Z. – **Produção de Biodiesel de Óleo de Oiticica**. *I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel*, Brasília, 2006. v. 2. P164-169. Disponível em: www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/producao/oiticica14.pdf.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília. 2010. 280 p.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero; BERNARDO, Sergio de Oliveira. **DINÂMICA DAS CHUVAS NO NORDESTE BRASILEIRO**. Maceió - Al: Departamento de Meteorologia - Ufal, 2002.

NASCIMENTO, LUSIMEIRE PEREIRA DO. **Conferências Das Nações Unidas E Política Ambiental Global: O Protagonismo Brasileiro** / Lusimeire Pereira Do Nascimento. 2014. 97 p.

OLIVEIRA, F.A.G.; PINTO, V.L.; SOUZA, L.; DINIZ, J.C.; SANTOS, A.G.D.; VIANNA, F.A. **Síntese, caracterização e avaliação de biodiesel de óleo de oiticica (LicaniarigidaBenth) e isolalamento do éster metílico do ácido licânico**. *Química: ciência, tecnologia e sociedade*, v.1, n.1, p.31-41, 2012.

Olson, M. E.; Fahey, J. W. Moringa oleifera: unárbol multiusos para las zonas tropicales secas. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v.82, n.4, p.1071-1082, 2011.

PASSOS, Priscilla Nogueira Calmon de. A Conferência de Estocolmo Como Ponto de Partida Para a Proteção Internacional do Meio Ambiente. **Revista Direitos Fundamentais e Democracia**, Vol. 6, 2009.

PEREIRA, Maria Francisca S.; NOVO JÚNIOR, José; SÁ, José Roberto de. Ciclagem do carbono do solo nos sistemas de plantio direto e convencional. **Acsa: Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos - Pb, v. 8, n. 1, p.21-32, abr-jun, 2013.

QUEIROGA, V.P.; FREIRE, R.M.M.; MARINHO, D.R.F.; ALMEIDA, F.A.C.; MELO, B.A. Composição química e mineral de amêndoas de oiticica em três tempos de

armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.2, p.173-177, 2013.

RIBEIRO, S. C; JACOVINE, L. A. G; SOARES, C. P. B; MARTINS, V. S; SOUZA, A. L; NARDELLI, A. M. B. **Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de viçosa, minas gerais.**

ROSA, Rogério da Silva; MESSIAS, Rossine Amorim; AMBROZINI, Beatriz. **IMPORTÂNCIA DA COMPREENSÃO DOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.** 2013. 56 f. Curso de Química, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. ROSENDO, J. S.; ROSA, R. Comparação do estoque de C estimado em pastagens e vegetação nativa de Cerrado. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 2, 359-376, 2012.

SAPORTA, Luis Alberto da Cunha. **O Protocolo de Quioto e o Reflorestamento da Mata Atlântica: Possibilidades Para a Bacia do Rio São João.** 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TILIO NETO, PD. *Ecopolítica das mudanças climáticas: o IPCC e o ecologismo dos pobres.* Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010. **As mudanças climáticas na ordem ambiental internacional.** pp. 37-81. ISBN: 978-85-7982-049-6.

TREINAMENTOS, Graltec. **7 motivos para você conhecer o QGIS, o Software livre que vem revolucionando o Geoprocessamento.** Disponível em: <<http://graltec.com/7-motivos-para-voce-conhecer-o-qgis-o-software-livre-que-vem-revolucionando-o-geoprocessamento/>>. Acesso em: 14 mar. 2017.

VIEIRA, Ricardo Stanzola. Rio+20 – Conferência Das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente E Desenvolvimento: Contexto, Principais Temas E Expectativas Em Relação Ao Novo “Direito Da Sustentabilidade”. **Revista NEJ - Eletrônica**, Vol. 17 - n. 1 - p. 48-69 / jan-abr 2012.