

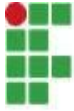
INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

JONATAS ROCHA ORTEGA

**A INFLUÊNCIA DE *PHASEOLUS VULGARIS* NA QUANTIDADE DE CO₂
EMITIDA EM UM SISTEMA FECHADO**

LONDRINA

2018



INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

JONATAS ROCHA ORTEGA

**A INFLUÊNCIA DE *PHASEOLUS VULGARIS* NA QUANTIDADE DE CO₂
EMITIDA EM UM SISTEMA FECHADO**

Trabalho de Conclusão de Curso, modalidade
Relatório de Pesquisa, apresentado ao curso
Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino
Médio do Instituto Federal do Paraná.

LONDRINA

2018



FOLHA DE APROVAÇÃO

JONATAS ROCHA ORTEGA

A INFLUÊNCIA DE *PHASEOLUS VULGARIS* NA QUANTIDADE DE CO₂ EMITIDA EM UM SISTEMA FECHADO

Trabalho de Conclusão de Curso, modalidade Relatório de Pesquisa, apresentado ao Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Biotecnologia.

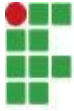
Orientador: _____

Prof(a). MSc. Caryna Januário Correr

Gustavo Rafagnin

Prof(a). Gleisy Rocha

Londrina, ____ de _____ de 2018.



Dedico este trabalho à memória de Jesuíno Rocha.



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois tudo posso Naquele que me fortalece.

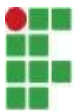
Agradeço a minha família e amigos, em especial a todos os que me auxiliaram para o término deste trabalho.

Agradeço aos professores pelos 4 anos que nos atenderam.



*“O homem que ama a sabedoria dá alegria
a seu pai...”*

Provérbios 29: 3_a



RESUMO

Desde a revolução industrial a humanidade tem aumentado significativamente o volume de CO_2 que produz, causando um desequilíbrio nas concentrações de GEE's na atmosfera. As consequências foram notadas desde o começo do século XX, com a intensificação do Efeito Estufa, as temperaturas médias globais começaram a subir de modo que cada ano se tornava o mais quente da história, colocando em risco a nossa sobrevivência, assim como de outras espécies. As plantas são agentes participantes do ciclo Biogeoquímico do carbono, assim, podem sequestrar e também emitir CO_2 nos processos de Foto e Quimiossíntese, contudo sua maior capacidade de mitigar o Dióxido de Carbono é dada por meio de seu crescimento, já que utilizam o Carbono nas estruturas vegetais. Através do método mais antigo utilizado para se quantificar o CO_2 do ar, que consiste na reação do gás carbônico com uma solução alcalina, espera-se quantificar a emissão de Dióxido de Carbono realizado por plantas através da diferença entre resultado da titulação de amostras que estavam em recipientes com diferentes quantidades de plantas, já que elas utilizam o Gás carbônico para o seu crescimento. Assim, quanto maior o crescimento maior será a influência no sistema solo-planta

Palavras-chave: Dióxido de Carbono. Fluxo biogeoquímico. desequilíbrio. balanço. Plantas.



ABSTRACT

Since the industrial revolution mankind has significantly increased the volume of CO₂ it produces, causing an imbalance in GHG concentrations in the atmosphere. The consequences have been noted since the beginning of the twentieth century, with the intensification of the Greenhouse Effect, global average temperatures began to rise so that each year became the hottest in history, endangering our survival, as well as other species. Plants are agents participating in the Biogeochemical cycle of carbon, so they can sequester and also emit CO₂ in the processes of Photo and Chemiosynthesis, but their greater capacity to mitigate Carbon Dioxide is given by means of their growth, since they use the Carbon in the plant structures. Using the oldest method used to quantify air CO₂, which consists of the reaction of the carbon dioxide with an alkaline solution, it is expected to quantify the emission of Carbon Dioxide carried out by plants through the difference between the titration results of samples that were in containers with different amounts of plants, since they use Carbonic gas for their growth. Thus, the greater the growth, the greater the influence on the soil-plant system

Key-words: *Carbon dioxide. Biogeochemical flow. imbalance. balance. Plants.*



LISTA DE FIGURAS (Obrigatório à partir de 5 figuras)

FIGURA 1 – Forçamento Radiativo do Dióxido de Carbono	14
FIGURA 2 – Forçamento Radiativo do Metano	14
FIGURA 3 – Forçamento Radiativo do Óxido Nitroso	14
FIGURA 4 – Esquema Simplificado do Efeito Estufa	16
FIGURA 5 – Mudança na temperatura global e dos continentes	18
FIGURA 6 – As maiores anomalias no aumento da temperatura na superfície terrestre	18
FIGURA 7 – Mudanças no nível do mar e na cobertura de neve do Hemisfério Norte	20
FIGURA 8 – Esquema do ciclo Biogeoquímico do Carbono	21
FIGURA 9 – Concentração de Dióxido de Carbono por hora	22
FIGURA 10 – Esquema da emissão e sequestro no experimento	23
FIGURA 11 – Carater das Curvas das Concentrações de CO ₂	28

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS (Em ordem alfabética)

BaCl₂ - Cloreto de Bário

CFCs - Clorofluorocarbonos

CH₄ - Gás Metano

CO₂ - Gás carbônico; Dióxido de Carbono

GEE's - Gases do Efeito Estufa

HCl - Ácido Clorhídrico

H₂O - Água

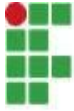
IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

JMA - Agência Meteorológica do Japão

Km - Quilômetro

L- Litros

m - Metros



mL - Mililitros

mm - Milímetros

NaCl - Cloreto de Sódio

NaOH - Hidróxido de Sódio

Na₂CO₃ - Carbonato de Sódio

N₂O - Óxido Nitroso

O₂ - Gás Oxigênio

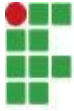
ppm - Partes por milhão

Wm - Watts por metro



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA	11
1.2 PROBLEMA	11
1.3 HIPÓTESE	11
1.4 OBJETIVO GERAL	11
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.6 JUSTIFICATIVA	12
2 DESENVOLVIMENTO	12
2.1 EFEITO ESTUFA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS	14
2.1.1 EFEITO ESTUFA	15
2.1.2 AQUECIMENTO GLOBAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS	20
2.2 PLANTAS COMO MECANISMO DE ABSORÇÃO	22
3 METODOLOGIA	23
3.1 AMOSTRAGEM E FORMAS DE COLETA E ORGANIZAÇÃO	24
3.2 ANÁLISE DOS DADOS	24
4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28



1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

Os níveis de CO₂ na atmosfera aumentam desde a segunda metade do século XVIII na Revolução Industrial com o aumento da produção em massa (JUNIOR *et. al.*, 2004). Assim foi necessária uma visão voltada para as mudanças que ocorriam no decorrer do tempo (JUNIOR *et. al.*, 2017).

Uma das medidas tomadas para alcançar os objetivos propostos, foi uma mudança no uso da terra usando a para o plantio de novas áreas florestais que por meio da fotossíntese sequestram CO₂ e o estocam nas árvores (JUNIOR *et. al.*, 2017).

1.2 PROBLEMA

Qual a influência do crescimento das plantas no fluxo de Carbono?

Qual a melhor metodologia para calcular o CO₂ do ar?

1.3 HIPÓTESE

Para que uma planta cresça, ela necessita absorver o CO₂ contido no ar e o transformar em estruturas vegetais (SANCHES, 2017). Portanto se espera que com uma maior a população de agentes emissores ou sequestrantes de CO₂ em um determinado sistema, maior será diferença na quantidade do CO₂ que será medida (COSTA, 2006).

1.4 OBJETIVO GERAL

Verificar a influência de *Phaseolus vulgaris* em um sistema fechado solo-planta.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisar as propriedades físico químicas do gás carbônico
- Avaliar métodos para se quantificar o CO₂ atmosférico



- Destacar o papel da plantas no Ciclo Biogeoquímico do Carbono.
- Entender como os processos de Quimiossíntese e Fotossíntese alteram no fluxo de Carbono
- Entender os fundamentos químicos das titulações

1.6 JUSTIFICATIVA

Devido às emissões de GEE's, sobretudo de CO₂, o nosso Planeta vem sofrendo mudanças que colocam em risco a Humanidade (RENNER; CHAFE, 2007), assim nos últimos tempos foram levantadas uma série de discussões sobre a liberação destes gases na Atmosfera.(COSTA, 2006)

É de extrema importância entender o papel das plantas nos fluxos de carbono, e como podem influenciar positivamente em nossa qualidade de vida.

2 DESENVOLVIMENTO

O CO₂ faz parte do grupo de gases do efeito estufa (GEE's), que é formado também por H₂O (vapor d'água), CH₄ (Metano), N₂O (Óxido Nitroso) e CFC's (Clorofluorocarbonos). Este grupo tem como característica em comum, colaborar com o fenômeno conhecido como Efeito Estufa (NETO, 2008). Isso ocorre devido capacidade destes gases interagirem com o meio, fazendo com que provoquem mudanças climáticas. Essa propriedade é chamada de Forçamento Radiativo. De acordo com ALLEY, 2007:

O forçamento radiativo é uma medida da influência de um fator na alteração do equilíbrio da energia que entra e sai do sistema Terra-atmosfera e é um índice da importância do fator como possível mecanismo de mudança do clima. O forçamento positivo tende a aquecer a superfície, enquanto o forçamento negativo tende a resfriá-la.(...) e são expressos em watts por metro quadrado (W.m⁻²).

O Dióxido de Carbono, em especial, é o que representa segundo maior forçamento Radiativo, por causa da sua grande excitação com as ondas infravermelhas, é superado apenas pela H₂O (que é a mais "poderosa" devido sua grande quantidade)(NETO, 2008).

Comparando os valores de Forçamento Radiativo destacados nas figuras



abaixo pode-se perceber que o dióxido de Carbono contribuiu com $1,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ no ano de 2005, enquanto o metano (CH_4) e o Óxido Nitroso (N_2O) tiveram valores de 0,5 e aproximadamente 0,3 respectivamente no mesmo período. Isso pode ser observado nas figuras abaixo.

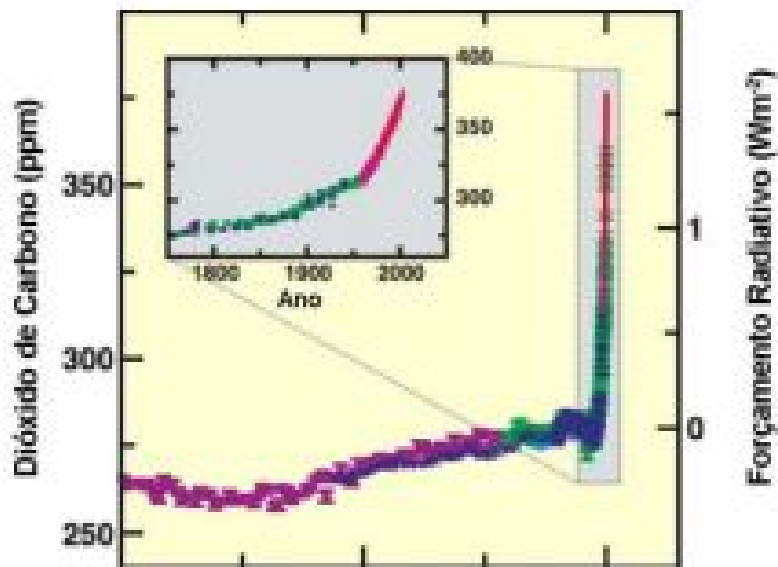


FIGURA 1- Forçamento Radiativo do Dióxido de Carbono
Fonte: ALLEY, 2007

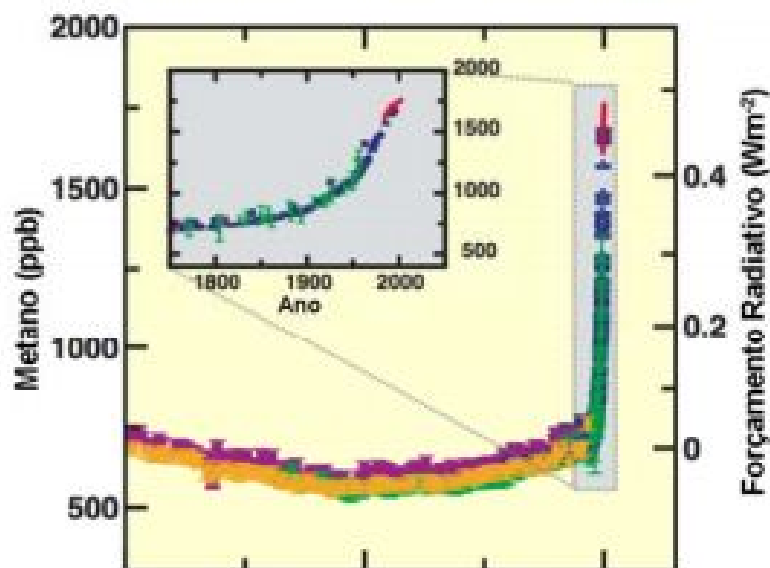


FIGURA 2- Forçamento Radiativo do Metano
Fonte: ALLEY, 2007

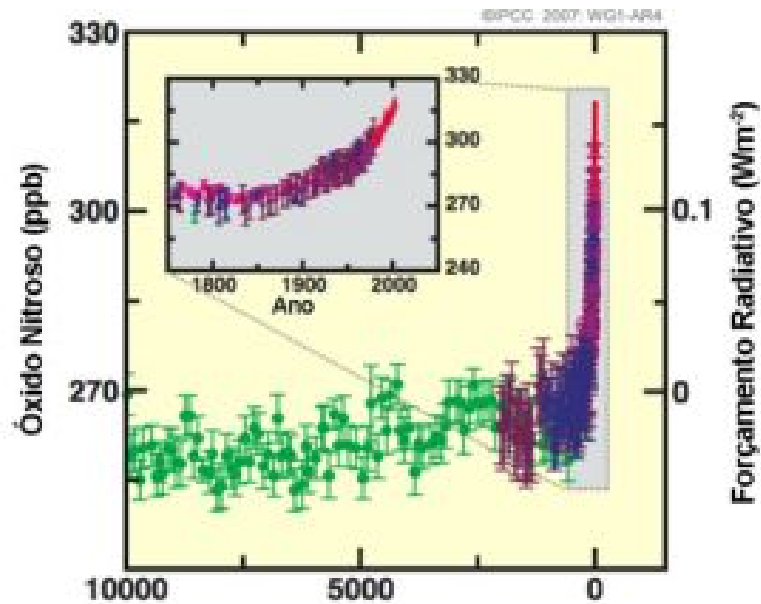


FIGURA 3- Forçamento Radiativo do Óxido Nitroso
Fonte: ALLEY, 2007

2.1 Efeito Estufa e Mudanças Climáticas

O Efeito Estufa é um fenômeno real e é bem compreendido pela ciência atualmente. Consiste, de forma resumida, na absorção de parte da radiação proveniente do Sol (radiações infravermelhas, luz visível e radiação ultravioleta) (SANTOS, 2000) e é extremamente importante para a manutenção dos ecossistemas, pois daí vem a fonte primária de energia que os regulam (NETO, 2010).

Porém a alta concentração de gases do Efeito Estufa faz com que ocorra um aumento na temperatura Global, ocasionando mudanças climáticas. Resumindo, temos que o Efeito Estufa leva ao Aquecimento Global, que por sua vez, leva a mudanças climáticas (NETO, 2008).

2.1.1 Efeito Estufa

O Sol atinge a Terra por ondas eletromagnéticas, que por sua vez irradia a energia do Sol em forma de ondas infravermelhas, pois quanto mais frio um corpo, maior sua capacidade de irradiar em frequências infravermelhas (SANTOS, 2000).

As moléculas dos gases não interagem bem com os raios Solares, então toda essa quantidade de ondas passa integralmente pela atmosfera e atinge o solo, a



terra por ser um corpo frio, reflete a energia em forma de ondas infravermelhas. Essas, por sua vez, interagem com as moléculas dos GEE's, fazendo com que se excitem e produzam calor, aquecendo a atmosfera. Em 1995 o ALLEY calculou a quantidade de radiação que a Terra irradia, 390 Wm^{-2} de energia na forma de radiação infravermelha. Desses 390 Wm^{-2} , 240 Wm^{-2} passam pela atmosfera e conseguem chegar ao espaço, enquanto que 150 Wm^{-2} são absorvidos e emitidos de volta pelos GEE's. O Efeito Estufa é provocado por estes 150 Wm^{-2} . A figura a seguir representa em linhas simplificadas esse fenômeno.(SANTOS, 2000)

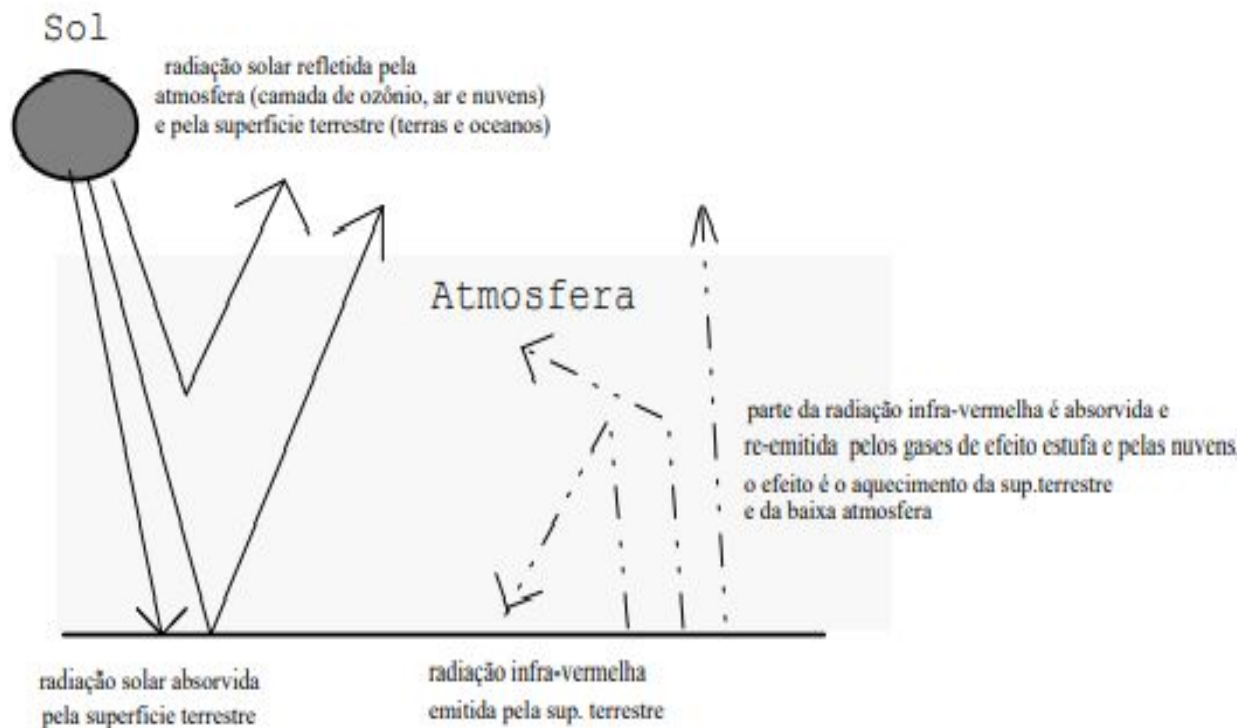
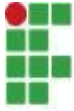


FIGURA 4- Esquema simplificado do Efeito Estufa
Fonte: INEP, 1995. Citado por SANTOS, 2000

2.1.2 Aquecimento Global e as Mudanças Climáticas.

O fenômeno do Efeito Estufa está diretamente ligado ao Aquecimento global. Uma prova disso pode ser observada em Vênus. o planeta vizinho está dentro da zona de onde a radiação do sol está em níveis que possibilitam o desenvolvimento de vida. Apesar da distância do Sol não ser muito pequena, as temperaturas da



atmosfera chegam a 460°C tanto de dia quanto de noite, pois a radiação solar não consegue voltar ao espaço por causa do CO_2 . De acordo com SOBRINHO, 2014:

Venus (...) É muito semelhante à Terra em termos de massa e tamanho mas está sempre coberto por uma espessa camada de nuvens. Além disso é mais quente pois está mais perto do Sol e, portanto, poderia ser um planeta repleto de vida.

A temperatura da superfície deste planeta é tão alta devido a concentração de CO_2 , cerca de 93%, porém este volume aumenta constantemente devido a intensa atividade vulcânica que tem (HUNTEN, 1983). A luz solar passa através da atmosfera e chega à superfície do planeta. O calor irradiado pelo solo, é aprisionado pela densa atmosfera e impedido de escapar para o espaço. Isto torna Vênus mais quente que Mercúrio (HAMILTON, ano desconhecido).

Comparando os dois planetas, pode-se perceber que a quantidade de gás carbônico na atmosfera da Terra é muito menor que a de Vênus, cerca de 0,03%. Contudo, vem ocorrendo um aumento na concentração de gás carbônico desde a Revolução Industrial, onde a humanidade aumentou o uso de combustíveis fósseis em fábricas. As medições confirmam que a proporção de CO_2 , dentre os gases atmosféricos, aumentou globalmente de 280 ppm na era pré-industrial para 379 ppm em 2005 e, atualmente, está em 400 ppm (SANCHES, 2017).

As consequências foram percebidas ao longo da história. O planeta Terra passou a aquecer desde a segunda metade do século XVIII com aumento das emissões de GEE's, devido a Revolução Industrial (NETO, 2010), até a atualidade, com temperatura média do Planeta chegando a níveis cada vez maiores.

Desde 1900 pode-se ver um aquecimento em escala global e perceber um aumento mais atenuado a partir de 1975, conforme a figura 5, temperatura global nos anos entre 2013 e 2016 foi de $0,25^{\circ}\text{C}$, sendo que a diferença entre o aquecimento de 2015 e 2014 foi de $0,15^{\circ}\text{C}$, conforme pode ser observado na figura 6.

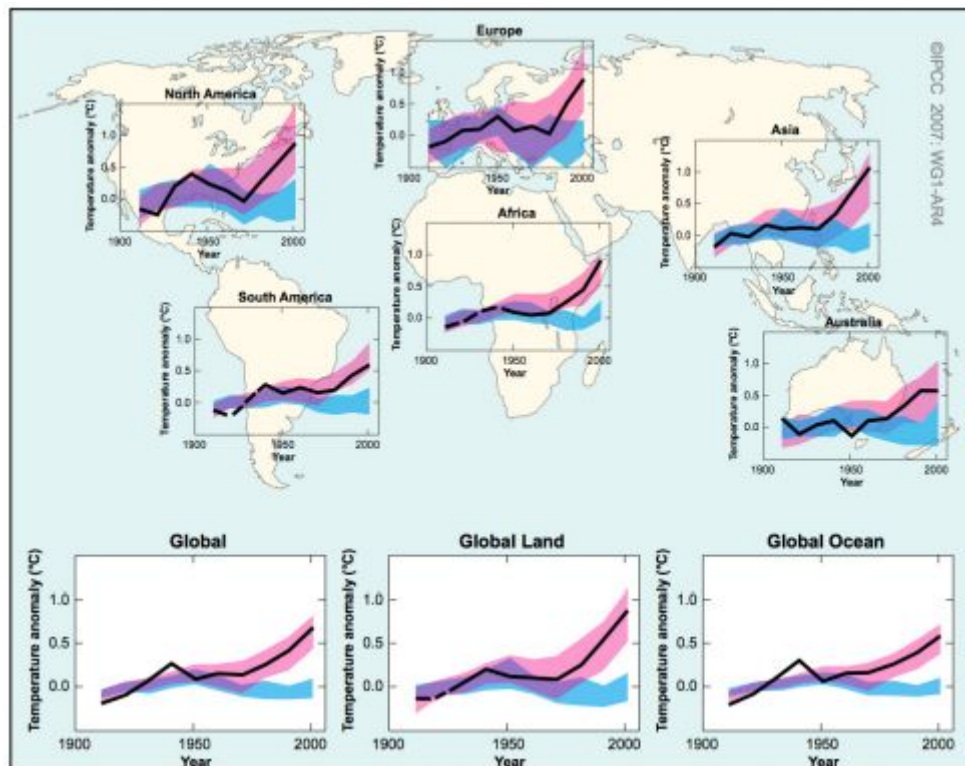


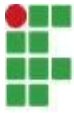
FIGURA 5- Mudança na temperatura global e dos continentes.

Fonte: IPCC, 2005. Citado por (NETO,2010)

Global		
	Year	Anomalies (°C)
1 st	2016	+0.45
2 nd	2015	+0.42
3 rd	2014	+0.27
4 th	1998	+0.22
5 th	2013	+0.20
	2010	+0.20
7 th	2005	+0.17
8 th	2009	+0.16
	2006	+0.16
	2003	+0.16
	2002	+0.16

FIGURA 6- As maiores anomalias no aumento das temperaturas da superfície terrestre.

Fonte; JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY, 2017



As pesquisas do IPCC que monitoram a atividade climática do nosso planeta demonstram desde 1990 um constante aquecimento, eles ressaltam um aumento histórico na temperatura do planeta a cada relatório publicado.

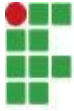
Em 1990 anunciava que os cinco anos mais quentes da história ocorreram na década de 1980. Em 1995 constatou que os últimos anos estavam entre os mais quentes. Em 2001 no terceiro relatório dizia que os ano de 1998 foi o ano mais quente da história e que 1990 tinha sido a década mais quente. No quarto relatório em 2007, o instituto apontou que entre os anos de 1995 e 2006 estavam os onze dos anos mais quentes da história (NETO,2010).

Como consequência houve uma mudança nos fluxos de massas de ar, desequilíbrio nos ecossistemas, chuvas escassas assim como muito abundantes, estações mal definidas, desaparecimento de espécies aumento do nível do mar, grandes fluxos de vapor oceânico que por consequência levam a grandes tempestades. Os fenômenos naturais sendo de escala global ou local são parte de nosso ecossistema, porém por um desequilíbrio no sistema podem ocorrer consequências que são refletidas em desastres climáticos de caráter não natural, ou seja, são provocados por outro agente (RENNER; CHAFE, 2007).

Nos anos de 1980-84 aproximadamente 750 grandes eventos climáticos (inundações, surtos de ondas, tufões e furacões, terremotos e erupções vulcânicas e secas) foram registrados. No período entre 1985- 89 o número subiu para aproximadamente 900. Em 1990-94 o número cresceu para 1150, 1995-99 o número foi para 1250. Porém, no período entre 2000-04 o número cresceu muito atingindo aproximadamente 1900 catástrofes registradas (RENNER;CHAFE, 2007).

No tratante ao Aquecimento dos Oceanos ALLEY, 2007 diz:

O teor médio de vapor d'água na atmosfera aumentou desde pelo menos a década de 80, sobre a terra e o oceano, bem como na alta troposfera. O aumento é bastante coerente com a quantidade extra de vapor d'água que o ar mais quente consegue carregar. Observações desde 1961 mostram que a temperatura média do oceano global aumentou em profundidades de até pelo menos 3000 m, e que o oceano tem absorvido mais de 80% do calor acrescentado



ao sistema climático. Esse aquecimento faz com que a água do mar se expanda, o que contribui para a elevação do nível do mar.

No que se diz respeito a quantidade de gelo no planeta, temos reduções generalizadas de geleiras e calotas polares, o que contribui ainda mais para o aumento no nível dos oceanos (ALLEY, 2007). Pode-se verificar e comprovar estes fatos a partir das curvas abaixo que mostram a proporção do aumento do nível do mar, assim como a diminuição da superfície de neve apenas no Hemisfério Norte

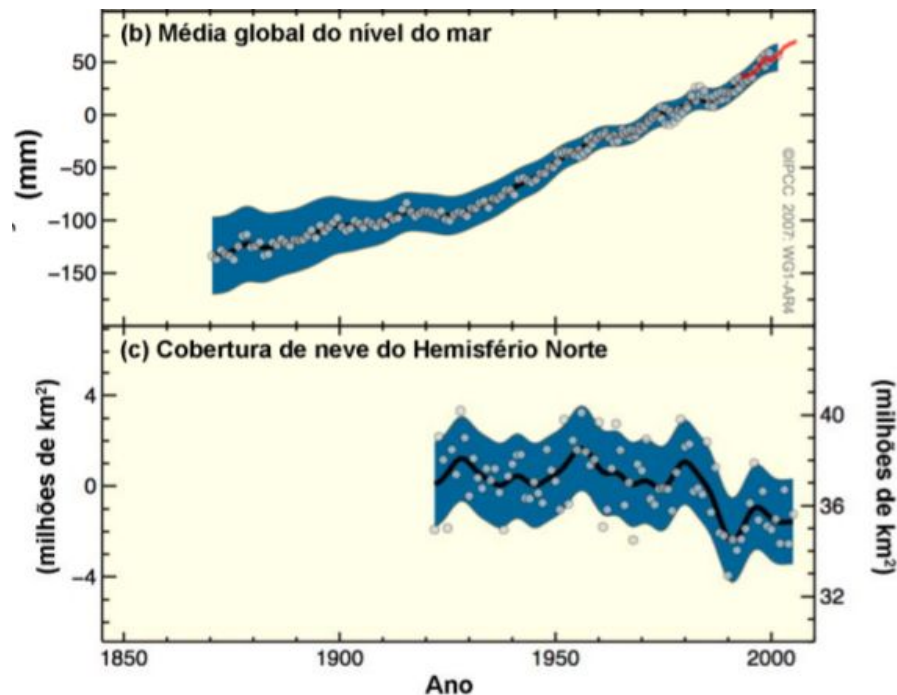


FIGURA 7- Mudanças no nível do mar e na Cobertura de neve do Hemisfério Norte
Fonte: IPCC, 2007

Sobre o que se trata as anomalias Pluviométricas, é provável que o forçamento antrópico tenha contribuído para as mudanças nos padrões de ventos afetando os nas chuvas tropicais (ALLEY, 2007), o IPCC aponta que é provável que o aquecimento global antrópico tenha contribuído para mudanças nos padrões dos ventos, afetando na trajetória de tempestades extratropicais. O nível precipitação em área de continente no ano de 2016 foi de 2 milímetros a mais comparando com a média do período entre 1981 e 2010. Contudo, houve uma grande queda nos níveis pluviométricos por volta dos anos do período de 1930 e 50. Mas, a partir de 2010, no Hemisfério Norte foram registrados picos que superam os maiores valores da história com um aumento de aproximadamente 30%. Além disso foi apontado um



aumento de ciclones tropicais (furacões e tufões) desde 1970 (RENNER; CHAFE)

2.2 Plantas como mecanismo de absorção de CO₂

As plantas fazem parte do ciclo biogeoquímico do Carbono, elas são agentes sequestrantes de Dióxido de Carbono (JMA, 2017). Este grupo é composto principalmente por plantas (LOPES, 2010), algas e *plânctons* (CHEAH *et. al.*, 2015), assim como elementos alcalinos contidos em rochas e materiais, como por exemplo, Cálcio, Magnésio, Sódio e Bário (NAYAK *et. al.*, 2014).

O Ciclo Biogeoquímico do Carbono é descrito pelas emissões e pelos agentes sequestrantes (JUNIOR, 2004), como por exemplo respiração dos animais, respiração noturna de plantas, decomposição e queima de matéria orgânica os fatores naturais na maioria das vezes demonstra um equilíbrio. Porém a atividade antropogênica o que trás um desequilíbrio no fluxo de Carbono (ADUAN, 2004), como pode ser observado na figura abaixo

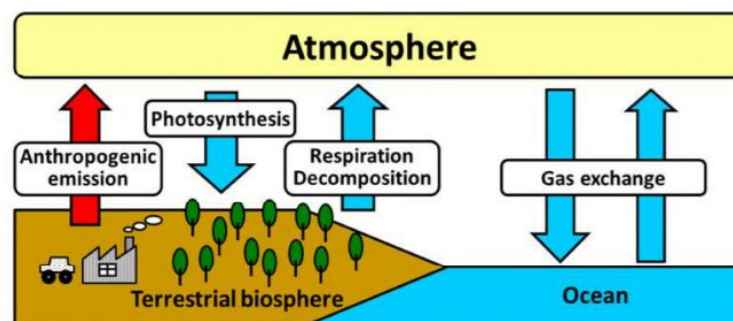


FIGURA 8- Esquema do Ciclo Biogeoquímico do Carbono
Fonte: JMA, 2017

As plantas fazem parte do grupo de organismos fotossintetizantes. Elas podem realizar a fotossíntese na presença da luz gerando a energia necessária para a realização das funções metabólicas. Além disso, o carbono pego do ar e também da terra é usado para síntese de estruturas vegetais (JUNIOR, 2017). Outra boa característica benéfica é que as plantas podem apresentar um crescimento maior, além de uma taxa fotossintética elevada, quando expostas a maiores concentrações de gás Carbônico (SANCHES, 2017).



Apesar da necessidade de absorver CO_2 atmosférico pela fotossíntese, as plantas têm a capacidade de também emitir o Dióxido de Carbono no ar novamente pela quimiossíntese (JUNIOR *et. al.*, 2004). Isso significa que durante o dia as plantas absorvem CO_2 e liberam O_2 , porém à noite o processo inverso acontece, as plantas absorvem O_2 e liberam CO_2 . (SANTOS, 2000). Isso pode ser notado na figura abaixo, a quantidade de Dióxido de Carbono varia, durante a noite ela chega a aproximadamente 550 ppm, porém ao nascer do sol, as 6 horas da manhã a quantidade decresce, e então novamente aumenta ao anoitecer.

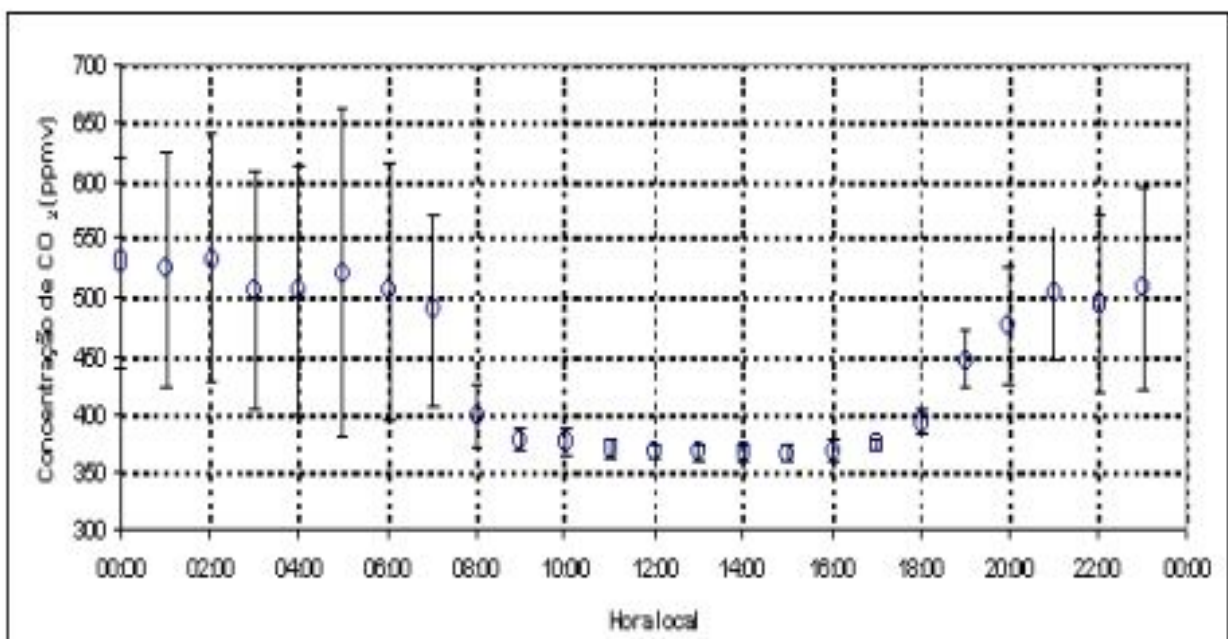


FIGURA 9- Concentração de Dióxido de Carbono no ar por hora.
Fonte: JUNIOR, 2004

Apenas o crescimento das plantas é o responsável pelo roubo do gás carbônico atmosférico, após se atingir o clímax de seu desenvolvimento, a árvore para de sequestrar e passa a ser utilizada como estoque de Carbono, que está presente principalmente na madeira e em menor quantidade nas folhas (ROCHA, 2003).

Assim é possível dizer que as árvores perdem seu potencial sequestrante quando atingem o auge de seu crescimento porém o montante de Carbono estocado no decorrer de sua vida é muito grande para que retorne novamente ao ar. Uma das



maneiras de utilizar as árvores velhas como sequestrantes de carbono é estimular a regeneração, ou seja, é feita a extração de alguns galhos fazendo com que ela tenha que reconstruir a estrutura retirada dela, assim ela nunca irá estagnar seu crescimento, conseqüentemente o sequestro de gás Carbônico será constante (LOPES, 2010).

2.3 Métodos para a determinação de CO₂

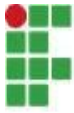
Existem várias formas de se quantificar o CO₂. Os métodos podem variar de acordo com as condições em que o experimento é feito (CARDOSO, 1989). Os principais são o infravermelho, a cromatografia gasosa, captura de CO₂ por solução alcalina e câmaras de amostragem de ar (COSTA *et. al.*, 2006).

A análise por infravermelho parte do princípio de que o Dióxido de Carbono tem a propriedade de absorver a radiação na faixa de infravermelho. A utilização é dada por meio de espectrômetros de bancada que fazem uma análise automática do CO₂, e podem realizar a medida de 0 a 3000 ppm (COSTA *et. al.*, 2006). A aplicação deste método é recomendado a situações em que a amostra tem uma concentração na ordem de 10⁻³ (CARDOSO, 1989).

A cromatografia gasosa é usada principalmente em outros gases porém só é possível ser utilizada no caso do CO₂ quando existe um condutor de condutividade térmica (COSTA *et. al.*, 2006). Este método apresenta-se como uma técnica bem consolidada para a medida de GEE's (COSTA *et. al.*, 2006).

As câmaras de amostragem de ar consistem em recipientes fechados que restringem a troca gasosa com a atmosfera, mais tarde é coletada uma amostra que será levada exames laboratoriais para descobrir a concentração do Dióxido de Carbono (COSTA *et. al.*, 2006). A medida é realizada então por infravermelho ou cromatografia gasosa, pois se tratando deste método temos concentrações muito pequenas para se realizar outro maneira de medida (CARDOSO, 1989). As câmaras são úteis para se quantificar e identificar possíveis geradores de GEE's pois elas nos permitem detectar fluxos pequenos de CO₂ (COSTA *et. al.*, 2006).

A captura em solução alcalina é uma técnica clássica e tem sido aplicada na



mensuração da respiração do solo, assim como de microorganismos e plantas. Este método parte da reação entre o CO_2 e uma solução alcalina de NaOH ou KOH formando carbonato. Em seguida será titulado com HCl que reagirá com o NaOH que sobrou na amostra, assim pode-se mensurar a concentração do CO_2 que reagiu com a base e formou o carbonato (COSTA *et. al.*, 2006).

3 METODOLOGIA

Foram preparadas 1 litro de NaOH 1 mol/L ; 1 litro de HCl 0,5 mol/L.

Para o preparo da solução de NaOH 1 mol/L, foi pesado 20 g de hidróxido de sódio e transferido para um béquer de 500 mL, e em seguida foi adicionado 300 ml de água deionizada. Após dissolução completa, a solução foi transferida quantitativamente para um balão volumétrico de 500 mL, e o volume foi completado com água deionizada, em seguida a solução foi homogeneizada e armazenada em frasco de polietileno, pois o Hidróxido de Sódio reage com o vidro (SILVA, 2007).

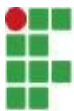
Para o preparo da solução de HCl 0,5 mol/L, foi transferido 41,40 mL de ácido clorídrico, em capela de exaustão, em um béquer de 1000 ml contendo 500 ml de água deionizada. A solução foi homogeneizada e transferida quantitativamente para um balão volumétrico de 1000 ml, aferindo o valor com água deionizada (SILVA, 2007).

Preparação do BaCl_2 10% (m/v): pesar 10 g de cloreto de bário, transferir para um becher de 100 ml e adicionar 60 ml de água deionizada. Dissolver o sal por completo e transferir quantitativamente para um balão volumétrico de 100 ml aferindo o volume com água deionizada (SILVA, 2007).

A solução de HCl foi padronizada com NaOH, o resultado da padronização foi o HCl 0,499 mol/L.

A determinação da quantidade de carbono sequestrada pelas plantas foi medida através da captura de CO_2 por uma solução Alcalina de NaOH (COSTA *et al.*, 2006). Este é o processo é o mais antigo e simples para se realizar a medida de Dióxido de Carbono (COSTA *et. al.*, 2006).

A metodologia é a de determinação da respiração do solo através de titulação por HCl 0,5 mol/L, descrita por SILVA, 2007. Consiste na disposição de 30



mL de uma solução de NaOH 1 mol/L em um recipiente de capacidade de 2 litros com determinada massa de terra fértil.

No presente trabalho, foram plantados feijões (*Phaseolus vulgaris*) nos recipientes, que com seu crescimento precisam sequestrar o Dióxido de Carbono emitido pela terra, e como consequência este CO₂ não se ligará a solução de NaOH 1 mol/L. O esquema abaixo representa essa relação.

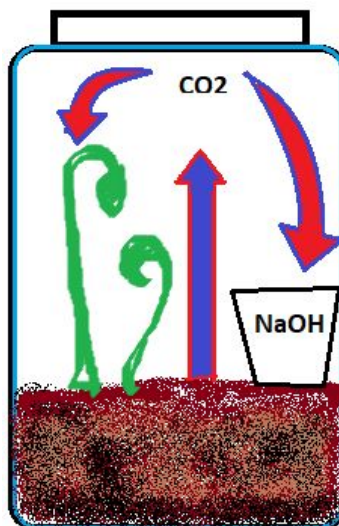


Figura 10- Esquema da emissão e sequestro de Carbono no experimento

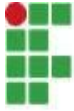
Fonte: Autoria Própria.

No Branco não será plantado feijão, assim o gás carbônico reagirá apenas com o Hidróxido de Sódio.

Após o término de 5 dias a solução foi titulada com uma solução de HCl 0,5 mol/L, previamente padronizada. A diferença entre o resultado da titulação das amostras do Branco e os que foram cultivados os Feijões, representa a quantidade de CO₂ absorvido pelas plantas.

3.1 AMOSTRAGEM E FORMAS DE COLETA E ORGANIZAÇÃO

Foram preparados 12 recipientes contendo 100 gramas de terra seca e peneirada. Em três deles foram plantados 2 feijões, em mais três foram plantados 4 plantas e em mais três foram plantados 6 os restantes denominado Branco, por isso não foram plantados feijões. Após as sementes apresentarem um crescimento da



estrutura acima do solo foi adicionado ao sistema 30 mL de solução alcalina de NaOH 1,0 mol/L.

Após os feijões apresentarem clorofila aplicar 30 ml das soluções de NaOH recipientes de plástico com capacidade de 50 ml dentro dos potes, isolar e esperar de 5 a 10 dias.

Ao final dos 5 dias Preparar a manta de Titulação completando o Volume da bureta com o HCl 0,5 mol/l. Coletar uma alíquota de 5 ml de NaOH que estava no pote com os feijões, adicionar 2 ml de Cloreto de Bário 10%, e a Fenolftaleína (SILVA, 2007).

3.2 ANÁLISE DE DADOS

A quantificação do fluxo de carbono no sistema foi calculado pela equação 1, descrita por SILVA, 2007:

Equação 1:

$$(\text{mg de C-CO}_2 / \text{kg de solo/ hora}) = ((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / (P_s) / T$$

V_b (ml) = volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução branco;

V_a (ml) = volume gasto na titulação da amostra; M = molaridade exata do HCl;

P_s (g) = massa de solo seco;

T = tempo de incubação da amostra em horas;

4 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

A Tabela 1 indica a quantidade de feijões que se desenvolveram em cada sistema. Houve a perda de duas amostras a 1_b , onde ocorreu uma contaminação e da amostra 3_b , onde as plantas se desenvolveram, mas acabaram morrendo, talvez por excesso de água. Assim, os cálculos foram realizados a partir das médias dos resultados obtidos, desconsiderando um dos resultados do sistema 2, o 2_c .



TABELA 1- Quantidade de Feijões que cresceram por recipiente, realizado em triplicata (a,b,c).

Sistemas	Quantidade de espécies que cresceram		
	a	b	c
B	0	0	0
1	2	1	2
2	4	4	4
3	5	0	5

A tabela 2 mostra os volumes de HCl gastos na titulação das amostras, provenientes dos sistemas B, 1, 2 e 3.

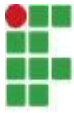
TABELA 2- Volumes, em mL, gasto na Titulação das amostras

Sistemas	a	b	c	MÉDIA
B	9,6	9,5	9	9,40
1	6,2	5,9	-	6,10
2	5,8	5,5	5,1	5,50
3	5,5	-	5,3	5,40

A partir do volume gasto na titulação das amostras, foi utilizado a Equação da Respiração para quantificar o gás carbônico

$$(\text{mg de C-CO}_2 / \text{kg de solo/ hora}) = ((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / (P_s) / T$$

Para cada amostra foi utilizado uma massa de solo de 100g (P_s) e um tempo de incubação de 120h, que representa a quantidade em hora dos 5 dias que levou para as espécies crescerem. O V_b representa o volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução branco; o V_a volume em mL gasto na titulação das amostras e M significa a concentração em mol/L do HCl.



A média dos resultados obtidos de carbono em cada sistema se encontram na Tabela 3.

TABELA 3- Quantidade de CO₂ na amostra

Sistemas	C-CO ₂ (mg/kg de solo/ hora)
Branco	2,341
1	0,825
2	0,975
3	0,996

Observando os resultados pode se perceber uma grande diminuição de CO₂ nos sistemas 1, 2 e 3, porém pode se perceber que houve um pequeno aumento a medida que a população aumenta. Porém existe uma diferença muito pequena entre o 2 e o 3, em níveis estatísticos essa diferença é tão pequena que não é considerada

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ainda não nos provam uma influência concreta das plantas no sistema pois é muito difícil tirar uma conclusão de maneira clara, a partir de apenas um experimento.

Por tal motivo é necessária a aplicação de novas metodologias para se quantificar o CO₂, sobretudo uma análise que evidencie as fases diurnas e noturnas do metabolismo das plantas, pois a mudança na concentração de Gás Carbônico dentro do recipiente altera na quantidade de carbonato formado na amostra.

Assim, pode-se concluir que o método da titulação é um bom meio para se quantificar a quantidade de CO₂ emitida, e que o experimento realizado evidencia a quimiossíntese das plantas.



REFERÊNCIAS

ADUAN, Roberto Angel; VILELA, Marina de Fátima; KLINK, Carlos Augusto. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres: o caso do Cerrado brasileiro. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**, documentos 105, ISS 1517 – 5111. **EMBRAPA**, 2003. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/569371/1/doc119.pdf>>

ALLEY, Richard *et. al.*. Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. **IPCC**. Paris, 2007. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/B92F43DF/4relatorioIPCC_wg1_basecienciasfisicas.pdf>

CARDOSO, Luiza Maria Nunes. **Determinação de dióxido de carbono por titulação potenciométrica (gran) após absorção em hidróxido de sódio**. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989

CHEAH, Wai Yai *et. al.*. Biosequestration of atmospheric CO₂ and flue gas-containing CO₂ by microalgae. **Elsevier**, Malasya, 2014.

COSTA, Falberni de Souza *et. al.*. Métodos para avaliação das emissões de gases do efeito estufa no sistema solo-atmosfera. do efeito estufa no sistema solo - atmosfera. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, 2006

HAMILTON, Calvin J. **Vênus**. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/solar/venus.htm>>

HUNTEN, Donald M. *et. al.*. **Vênus**. Arizona: University of Arizona, 1983.

JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY. Climate Change Monitoring Report 2016. **Japan Meteorological Agency**. Japan, 2017. Disponível em: <https://www.jma.go.jp/jma/en/NMHS/ccmr/ccmr2016_low.pdf>

JUNIOR, Rosiberto Salustiano da Silva *et. al.* Estudo da concentração de CO₂ atmosférico em área de pastagem na região amazônica. **Revista Brasileira de Geofísica**, v.22 n.3, 2004.

JUNIOR, Alexandre Pereira Salgado *et. al.* O impacto nas variações das matrizes energéticas e uso da terra: estudo sobre a eficiência ambiental do G20. **Revista Eletrônica de Administração**, v.86 n.2, p.306- 322, 2017

LOPES, Rosimeire Batista; MIOLA, Deise Tatiane Bueno. Sequestro de Carbono em diferentes fitofisionomias do cerrado. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v.2, n.2, 2010.

NETO, Petronio de Tilio. **Ecopolítica das mudanças climáticas; o IPCC e o ecologismo dos pobres**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais,



2010. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/x9z8z/pdf/tilio-9788579820496.pdf>>

RENNER, Michael; CHAFE, Zöe. **Beyond disasters creating opportunities for peace.** Washington: Worldwatch Institute, 2007. Disponível em: <<http://www.worldwatch.org/system/files/173%20Beyond%20Disasters.pdf>>

ROCHA, Marcelo Theoto. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT.** Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Piracicaba, São Paulo, 2003.

SANCHES, Rodrigo Fazani Esteves *et. al.* Influência da alta concentração atmosférica de CO₂(↑[CO₂]atm) × disponibilidade hídrica nas relações hídricas, trocas gasosas e acúmulo de carboidratos em Coffea arabica L. **Hoehnea**, São Paulo, v.44 n.4 , 2017

SANTOS, Edinaldo Oliveira dos. **Contribuição ao estudo do fluxo de dióxido de carbono dentro da floresta amazônica.** Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia Mecânica) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ

NAYAK, B. D. *et. al.* Atmospheric Co₂ Sequestration through Mineral Carbonation of Fly Ash. **Greener Journal of Physical Sciences**, v.4, n.1, 2014.