**CULTIVO DE ERVAS MEDICINAIS NA CLÍNICA ESCOLA UNIFATEA**

**COMO FERRAMENTA PARA SEQUESTRO DE CARBONO**

Categoria do Trabalho – Artigo Completo

*Milena Sarraipo*

*Orientador Paulo Sergio de Sena; Coorientador José Eduardo Freitas*

*Centro Universitário Teresa D´Ávila – UNIFATEA*

*milenasarraipo6@gmail.com*

**RESUMO**

O cultivo de ervas medicinais se mostrou uma ferramenta significativa para sequestrar carbono e contribuir com o processo de aquecimento global que acompanha as mudanças climáticas. Este trabalho sistematizou o cultivo de seis ervas medicinais de uso comum na região: *Justicia pectoralis, Melissa officinalis, Pelargonium graveolens, Salvia rosmarinus, Origanum vulgare* e *Plectranthus barbatus*, usando o modelo matemático de Negi, Manhas e Chauhan (2003). Os resultados mostraram que duas ervas medicinais tem grande potencial para sequestrar carbono: *Pelargonium graveolens* e *Plectranthus barbatus.* Dessa forma, o trabalho é um referencial para se incrementar o cultivo dessas plantas, que passam a ter outro valor agregado, além dos medicinais, o sequestro de carbono positivo e o uso como um produto sustentável.

Palavras-chave: Ervas medicinais. Carbono. Mudanças climáticas.

**INTRODUÇÃO**

O rápido aumento na concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, juntamente com outros gases de efeito estufa, desde a Revolução Industrial, é motivo de grande preocupação devido ao impacto nas mudanças climáticas. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014), o CO₂ se destaca como um dos principais contribuintes para o efeito estufa. Em resposta a este cenário, o sequestro de carbono emerge como um método natural para mitigar o impacto do CO₂, armazenando-o na biosfera. Esse processo ocorre por meio da fotossíntese, onde o CO₂ é transformado em biomassa, sendo absorvido por plantas, solos e oceanos.

A estratégia global para mitigar as mudanças climáticas envolve a remoção do CO₂ atmosférico, incentivando a assimilação de CO₂ pela vegetação terrestre. Essa prática se realiza por meio da retenção de carbono na biomassa vegetal e na matéria orgânica do solo, além da redução das emissões de gases de efeito estufa (IPCC, 2018). No entanto, a eficácia do sequestro de carbono varia conforme o tipo de vegetação, devido a diferenças em suas características fisiológicas, taxas de crescimento e influências ambientais.

A criação de um projeto de plantio experimental de ervas medicinais, com foco no sequestro de carbono, representa uma iniciativa que beneficia tanto a saúde humana quanto a saúde ambiental. Segundo Silva et al. (2023), a aferição do sequestro de carbono em plantações experimentais de ervas medicinais é fundamental para avaliar os benefícios ambientais dessa atividade. O cultivo de ervas medicinais pode contribuir para a redução das emissões de carbono e gerar impactos positivos nas comunidades locais (Peduto; Satdinova, 2009), uma vez que, em geral, envolve práticas agrícolas sustentáveis, como o uso responsável de recursos hídricos e a minimização de pesticidas. Isso beneficia o meio ambiente e a economia local, promovendo geração de empregos e práticas agrícolas sustentáveis (Paixão; Oliveira, 2013).

É essencial que a pesquisa e o monitoramento contínuo do plantio experimental de ervas medicinais sejam mantidos para compreender plenamente seu impacto no sequestro de carbono e no ecossistema. Esse monitoramento envolve a medição regular do carbono armazenado no solo e nas plantas, além da avaliação da biodiversidade local e da qualidade do solo. Esses dados são fundamentais para aprimorar práticas de cultivo, otimizar os resultados ambientais e garantir a sustentabilidade dos benefícios ao longo do tempo.

Rivera (2001) destaca que uma horta orgânica é um sistema de produção de alimentos que utiliza recursos naturais de maneira racional, sem o uso de produtos químicos sintéticos, como fertilizantes e pesticidas. O cultivo de hortas de plantas medicinais, assim, combina a produção de recursos naturais para a saúde com a promoção de práticas agrícolas sustentáveis. Mighty (2016) reforça que essas hortas oferecem uma fonte acessível de ervas medicinais, além de promover a reconexão das pessoas com a natureza e o entendimento do poder curativo das plantas. Araújo (2021) também salienta que hortas orgânicas enriquecem o solo e aumentam a biodiversidade, contribuindo para a saúde do ecossistema.

O sequestro de carbono refere-se à captura e armazenamento de CO₂ atmosférico por meio de processos naturais ou artificiais. Segundo o IPCC (2007), árvores, plantas e solos desempenham papel crucial nesse processo, absorvendo CO₂ durante a fotossíntese e armazenando-o a longo prazo. Reduzindo as concentrações de CO₂ na atmosfera, o sequestro de carbono auxilia no combate ao aquecimento global, sendo um elemento essencial na busca por um futuro mais sustentável.

A prática agrícola, especialmente o cultivo de hortaliças, também contribui para o sequestro de carbono. Jackson (2002) destaca a importância de práticas agrícolas sustentáveis, que promovem a retenção de carbono. Quando cultivadas de forma orgânica e regenerativa, hortaliças melhoram a saúde do solo e aumentam a matéria orgânica, contribuindo para o sequestro de carbono. A compostagem e a rotação de culturas são práticas que potencializam a retenção de carbono em sistemas agrícolas que incluem hortaliças.

O interesse em reduzir as emissões de carbono e implementar programas de comércio de carbono está crescendo. Para calcular os benefícios das paisagens, é fundamental compreender como elas sequestram e armazenam carbono. Um estudo de Whittinghill et al. (2014) comparou o conteúdo de carbono de diferentes sistemas paisagísticos subterrâneos e telhados verdes, concluindo que os sistemas com maior presença de plantas lenhosas, como arbustos e herbáceas perenes, possuem maiores teores de carbono. Telhados verdes apresentaram menor armazenamento de carbono em relação aos sistemas no nível do solo, sugerindo que esses últimos podem oferecer benefícios de sequestro mais significativos.

Outro estudo, conduzido por Singh et al. (2011), avaliou o sequestro de carbono em uma plantação mista de Dalbergia sissoo, Acacia catechu e Albizia lebbeck. Os resultados indicaram que a biomassa aumentou de 10,86 Mg ha⁻¹ em 2008 para 19,49 Mg ha⁻¹ em 2009, com uma taxa de sequestro de carbono de 4,32 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Esse estudo reforça que práticas agrícolas sustentáveis, incluindo o cultivo de hortaliças, podem desempenhar papel relevante na mitigação das mudanças climáticas.

A justificativa para este estudo está alicerçada na promoção da saúde ambiental, mitigação das mudanças climáticas e incentivo à agricultura sustentável. O cultivo de ervas medicinais, reconhecido por seus benefícios à saúde humana, pode também contribuir para o sequestro de carbono, amplificando sua importância. Dada a ameaça global representada pelas mudanças climáticas, a redução das emissões de carbono é prioritária, e este projeto oferece uma solução sustentável ao identificar práticas de cultivo que otimizam o sequestro de carbono.

O problema central desta pesquisa é medir o potencial de sequestro de carbono das ervas medicinais em ambientes de cultivo experimental. Esse é um aspecto importante, considerando o papel crítico do carbono nas mudanças climáticas globais. Em síntese, o cultivo experimental de ervas medicinais como meio de sequestro de carbono representa uma estratégia com múltiplas vantagens. Essa atividade não só promove a saúde e o bem-estar humano, mas também desempenha papel significativo na luta contra as mudanças climáticas e na preservação dos recursos naturais.

O objetivo geral deste estudo é investigar e documentar o potencial das ervas medicinais como agentes de sequestro de carbono em ambientes de cultivo experimental.

**MÉTODO**

Esse trabalho analisou as ervas medicinais: Chamba, Erva-cidreira, Citronela, Alecrim, Orégano e Boldo. As descrições de cada uma das espécies foram baseadas no site: Horto Didático de Plantas Medicinais (UFSC, 2023).

a. Chamba (*Justicia pectoralis*)

b. Erva-cidreira (*Melissa officinalis* L.)

c. Citronela (*Pelargonium graveolens* L'Hér.)

d. Alecrim (*Salvia rosmarinus* (L.) J.B. Walker, B.T. Drew & J.G. González)

e. Orégano (*Origanum vulgare* L.)

f. Boldo (*Plectranthus barbatus* Andrews)

Procedimentos de cultivo e coleta

As seis plantas foram cultivadas num espaço da Clínica Escola do Centro Universitário Teresa D´Ávila – UNIFATEA, na forma de floreiras suspensas, sem proteção das variações climáticas. O plantio se deu no mês de setembro de 2023 e as coletas foram feitas no primeiro dia do verão 2023 – 22 de dezembro de 2023 e a segunda coleta, no último dia do verão, 20 de março de 2024.

A coleta dos exemplares seguiu os critérios quantitativos médios, isto é, após medidas das partes aéreas das plantas, uma média aritmética foi calculada e orientou a seleção de um exemplar de cada espécie que atendessem as medidas médias. As plantas foram retiradas com todos os seus órgãos: raiz, caule e folhas, que passaram por um processo de limpeza da terra em suas raízes e depois pesadas, e

Procedimentos para Mensuração direta da biomassa:

As estimativas gerais para a porcentagem de carbono na biomassa de plantas herbáceas, incluindo ervas medicinais, geralmente variam de 40% a 50% de carbono em peso, como mencionado anteriormente. Plantas herbáceas são aquelas que não têm caules lenhosos permanentes e geralmente têm uma vida útil mais curta em comparação com árvores e arbustos. No entanto, essa estimativa pode variar dependendo da espécie da planta, estágio de crescimento, condições de cultivo e outros fatores.

O cálculo do armazenamento de carbono (Mt) é expresso pela fórmula: Armazenamento de carbono (Mt) = Biomassa × %de carbono (Negi; Manhas; Chauhan, 2003). O percentual de carbono nas plantas foi estabelecido em 0,45, conforme padronizado por Carvallo et al. (1998) e Lal e Singh (2000). As equações de biomassa são empregadas para estimar os pesos das plantas na área amostral.

Uma das maneiras mais diretas de medir a absorção de carbono é pesar a biomassa das plantas (folhas, caules, raízes) regularmente ao longo do tempo. Você pode colher amostras de plantas e pesá-las em uma balança de precisão.

Com base nas medições de biomassa, foi calculada a quantidade de carbono sequestrado pelas plantas usando um modelo matemático que relaciona a biomassa à concentração de carbono.

Carbono sequestrado (kg) = Biomassa (kg) \ Teor de Carbono na Biomassa (%)/100

Nesse modelo matemático: "Carbono sequestrado" é a quantidade de carbono capturada pelas plantas em quilogramas (kg). "Biomassa" é a biomassa total das plantas em kg. "Teor de Carbono na Biomassa (%)" é a porcentagem de carbono na biomassa de plantas herbáceas é estimada em 45%.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Essa pesquisa se deu durante no cenário de verão de 2023-2024 na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e no Litoral Norte de São Paulo que apresentou um conjunto de características climáticas distintas. Este período foi marcado por variações significativas nos padrões de temperatura, precipitação e eventos climáticos extremos.

Durante o verão de 2023-2024, o INMET (2024), descreveu que a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e o Litoral Norte de São Paulo, onde se localizou o campo desta pesquisa, experimentaram temperaturas acima da média histórica. Em cidades como São José dos Campos e Taubaté, as temperaturas frequentemente ultrapassaram os 35°C, estendendo-se para a cidade de Lorena*, locus* do trabalho, distante cerca de100 km. Essas condições de calor intenso foram atribuídas a um bloqueio atmosférico que manteve massas de ar quente estagnadas sobre a região. O calor foi exacerbado pela baixa incidência de frentes frias, comuns nessa época do ano, mas que estiveram menos presentes nesta temporada.

A precipitação variou significativamente ao longo do verão. Dezembro e janeiro registraram chuvas abaixo da média, resultando em um início de estação relativamente seco. Esse déficit hídrico inicial afetou o abastecimento de água e a agricultura local. Em contraste, fevereiro e março foram caracterizados por chuvas abundantes e acima da média histórica. Tempestades intensas, alimentadas por umidade advinda do oceano e pela atuação do fenômeno La Niña, causaram inundações em áreas urbanas e rurais (INMET, 2024) .

Ratificando e ainda sob a referência de INMET (2024), o verão foi marcado por eventos climáticos extremos. Tempestades severas, acompanhadas de raios e ventos fortes, foram comuns. Esses eventos causaram deslizamentos de terra em vários municípios. As inundações frequentes resultaram em prejuízos significativos para a infraestrutura local, com danos a estradas, pontes e sistemas de drenagem.

A Figura 1 ilustra a quantidade de carbono sequestrado por diferentes plantas medicinais cultivadas na Clínica Escola UNIFATEA durante o período de dezembro de 2023 a março de 2024. As plantas analisadas foram erva-cidreira (*Melissa officinalis*), alecrim (*Salvia rosmarinus*), boldo-chileno (*Plectranthus barbatus*), orégano (*Origanum vulgare*), chambá (*Justicia pectoralis*), e citronela (*Pelargonium graveolens*). O gráfico fornece um estudo comparativo das capacidades de sequestro de carbono dessas plantas, destacando as diferenças em suas eficiências.

Figura 1. Sequestro de Carbono pelas Plantas Medicinais Clínica Escola Unifatea

Fonte: dos autores, 2024.

Esses resultados apresentados na Figura 3 mostram que o boldo-chileno e a citronela foram as plantas com maior capacidade de sequestro de carbono, com aumentos significativos ao longo do período de estudo. Por outro lado, o orégano e o chambá apresentaram uma redução no sequestro de carbono, o que pode ser atribuído a fatores ambientais específicos ou a práticas de manejo agrícola. A erva-cidreira e o alecrim mostraram aumentos estáveis, indicando uma boa capacidade de sequestro de carbono com potencial para contribuições sustentáveis.

Silva *et al.* (2023) enfatizam a importância de aferir o sequestro de carbono em plantações experimentais, fornecendo suporte teórico para a metodologia aplicada na coleta e análise dos dados apresentados nas figuras 2 e 3. A pesquisa deles reforçou a relevância de quantificar a biomassa para medir o impacto ambiental positivo das atividades de cultivo.

Peduto e Satdinova (2009) discutiram a importância da agricultura urbana e das práticas agrícolas sustentáveis. As práticas adotadas no cultivo das plantas medicinais na Clínica Escola UNIFATEA seguiram esses princípios, promovendo a sustentabilidade ambiental. As plantas, como a citronela e o boldo-chileno, mostraram grande potencial de sequestro de carbono, refletindo os benefícios das práticas agrícolas sustentáveis mencionadas pelos autores.

Jackson (2002) destacou a relevância das práticas agrícolas regenerativas para o sequestro de carbono. A presença de plantas como a erva-cidreira e o alecrim, que também demonstraram capacidades significativas de sequestro de carbono, ilustra a aplicação das práticas regenerativas e a contribuição dessas plantas para a captura de carbono atmosférico, corroborando as afirmações do autor.

Carvalho *et al.* (1998) padronizaram o percentual de carbono nas plantas em 45%, fornecendo uma base sólida para as estimativas de sequestro de carbono realizadas neste estudo. Assim, Citronela e Boldo-Chileno que apresentaram os maiores valores de sequestro de carbono, podem ter tido uma alta eficiência na conversão da biomassa em carbono armazenado, conforme o percentual de 45%. Este alto percentual de carbono na biomassa indica que essas plantas são eficazes na captura e armazenamento de carbono. Erva-Cidreira e Alecrim também demonstraram um bom potencial de sequestro de carbono, sugerindo que as estimativas baseadas no percentual de carbono padronizado foram adequadas para essas espécies.

Citronela e Boldo-Chileno que apresentaram as maiores capacidades de sequestro de carbono, provavelmente se beneficiaram de um solo bem preparado, conforme descrito por Araújo (2021). A alta quantidade de carbono sequestrado por essas plantas sugere que práticas de manejo de solo eficazes foram implementadas, contribuindo para a saúde e crescimento vigoroso das plantas. Erva-Cidreira e Alecrim também mostraram aumentos significativos no sequestro de carbono, indicando que o preparo do solo pode ter melhorado suas condições de crescimento e capacidade de capturar carbono.

Para Whittinghill *et al.* (2014), a complexidade dos sistemas paisagísticos, incluindo a presença de plantas lenhosas e a diversidade de espécies, pode influenciar significativamente a capacidade de sequestro de carbono. Afirmaram ainda, que paisagens com maior diversidade de plantas e biomassa lenhosa tendem a sequestrar mais carbono. Desse modo os resultados dessa pesquisa mostraram que Citronela e Boldo-Chileno, que apresentaram as maiores capacidades de sequestro de carbono, possivelmente se beneficiaram de suas características fisiológicas e da estrutura do sistema radicular, contribuindo para um maior armazenamento de carbono. Esses resultados são corroboram com Whittinghill *et al.* (2014), quanto ao destaque que fizeram da importância do uso de plantas com maior biomassa e estruturas complexas para o sequestro de carbono.

Erva-Cidreira e Alecrim também mostraram um bom potencial de sequestro de carbono, sugerindo que a diversidade de espécies cultivadas pode ter um papel positivo na captura e armazenamento de carbono, conforme discutido por Whittinghill *et al.* (2014).

A Figura 4 apresenta a variação na quantidade de carbono sequestrado por cada planta medicinal entre dezembro de 2023 e março de 2024. Os resultados revelam diferenças significativas nas capacidades de sequestro de carbono das plantas estudadas, destacando o impacto das condições ambientais e do manejo agrícola.

Os resultados sintetizados apresentados na Figura 1 demonstram que a citronela e o boldo-chileno são extremamente eficientes no sequestro de carbono, com variações positivas significativas ao longo do período de estudo. A erva-cidreira e o alecrim também mostraram aumentos notáveis, indicando boa adaptabilidade e eficiência na captura de carbono. Em contrapatida, o orégano e o chambá apresentaram reduções, sugerindo a necessidade de investigar as condições específicas que levaram a essas variações negativas.

A metodologia de Negi, Manhas e Chauhan (2003) para calcular o armazenamento de carbono foi essencial para identificar as variações no sequestro de carbono ao longo do tempo. A aplicação do modelo matemático desenvolvido por esses autores permitiu uma análise detalhada e precisa da biomassa e do teor de carbono nas plantas medicinais. As plantas mostraram diferentes proporções de variação no sequestro de carbono, com a citronela e o boldo-chileno registrando aumentos significativos. Isso valida o modelo matemático na identificação das plantas mais eficientes para o sequestro de carbono.

Silva *et al.* (2023) enfatizaram a importância de aferir o sequestro de carbono em plantações experimentais, destacando a necessidade de medir regularmente a biomassa para entender o impacto ambiental positivo dessas atividades. A variação positiva no sequestro de carbono por plantas como a erva-cidreira (1.7) e o alecrim (1.7) demonstrou que as práticas de manejo aplicadas foram satisfatórias. A medição regular da biomassa e do carbono sequestrado, conforme sugerido por Silva *et al.* (2023), também foi validada pelos resultados.

Figura 2. Variação Quantitativa do Sequestro de Carbono pelas Plantas Medicinais Clínica Escola Unifatea.

Fonte: dos autores, 2024.

Peduto e Satdinova (2009) discutiram a importância das práticas agrícolas sustentáveis para a construção de cidades resilientes. Eles argumentaram que essas práticas beneficiam o ambiente, promovem a inclusão social e o desenvolvimento econômico local. Nessa toada, a citronela, que apresentou a maior variação positiva (5.7), e o boldo-chileno (3.4) são exemplos de plantas cultivadas sob práticas agrícolas sustentáveis. Essas plantas sequestraram mais carbono e também podem ser utilizadas em programas de agricultura urbana e comunitária.

Jackson (2002) destacou a relevância das práticas agrícolas regenerativas, que incluem a rotação de culturas, compostagem e outras técnicas que melhoram a saúde do solo e aumentam a matéria orgânica. As plantas que mostraram aumentos significativos no sequestro de carbono, como a erva-cidreira e o alecrim, refletem a aplicação dessas práticas agrícolas regenerativas. As variações positivas indicam que essas plantas se beneficiaram de um manejo agrícola que favoreceu a captura e o armazenamento de carbono no solo e na biomassa vegetal.

Orégano e Chambá mostraram variações negativas, indicando que fatores como manejo inadequado do solo, condições ambientais adversas ou outras práticas agrícolas podem ter afetado negativamente suas capacidades de sequestro de carbono. Isso sugere que as técnicas de preparo de solo recomendadas por Araújo (2021) podem não ter sido aplicadas de maneira satisfatória para essas plantas, ou que essas espécies requerem condições específicas de solo para otimizar seu crescimento e capacidade de sequestro de carbono.

Os resultados apresentados nas Figuras 1 e 2 utilizando as contribuições de Carvalho et al. (1998) reforçam a importância de estimativas precisas do teor de carbono na biomassa para compreender e otimizar o sequestro de carbono pelas plantas medicinais. O percentual de 45% de carbono na biomassa fornecido por Carvalho et al. (1998) foi determinante para as estimativas realizadas neste estudo, permitindo uma análise detalhada e comparada das capacidades de sequestro de carbono das plantas. Os resultados sugerem que a aplicação dessas estimativas pode contribuir para a implementação de práticas agrícolas mais eficazes e sustentáveis.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo investigou o potencial de sequestro de carbono de diferentes plantas medicinais cultivadas na Clínica Escola UNIFATEA, com o objetivo de compreender como essas plantas podem contribuir para a mitigação das mudanças climáticas. A pesquisa utilizou o modelo matemático de Negi, Manhas e Chauhan (2003) para calcular o armazenamento de carbono, permitindo uma análise precisa e detalhada da biomassa e do teor de carbono das plantas medicinais.

As plantas citronela (*Pelargonium graveolens*) e boldo-chileno (*Plectranthus barbatus*) mostraram-se altamente eficientes no sequestro de carbono, com aumentos significativos ao longo do período de estudo. A citronela, em particular, apresentou a maior variação positiva, sequestrando 5.7 vezes mais carbono em março de 2024 do que em dezembro de 2023. Plantas como a erva-cidreira (*Melissa officinalis*) e o alecrim (*Salvia rosmarinus*) também demonstraram um bom potencial, com aumentos estáveis de 1.7 vezes no sequestro de carbono.

A variação negativa observada no orégano (*Origanum vulgare*) e no chambá (*Justicia pectoralis*) sugere que fatores como condições ambientais adversas ou práticas de manejo inadequadas podem influenciar negativamente a capacidade de sequestro de carbono dessas plantas. Isso indica a necessidade de otimizar as práticas de cultivo e monitorar regularmente as condições ambientais.

A aplicação do modelo de Negi, Manhas e Chauhan (2003) foi validada pelos resultados obtidos, mostrando-se uma ferramenta eficaz para estimar o sequestro de carbono em plantas medicinais.

As contribuições de Silva et al. (2023) e Peduto e Satdinova (2009) foram fundamentais para orientar as práticas de manejo agrícola sustentável e medir o impacto ambiental positivo do cultivo dessas plantas.

As práticas agrícolas regenerativas destacadas por Jackson (2002) foram refletidas nos aumentos significativos de sequestro de carbono observados em algumas plantas, reforçando a importância dessas práticas para a captura de carbono atmosférico.

O estudo demonstrou que a adoção de práticas agrícolas sustentáveis pode significativamente aumentar a capacidade de sequestro de carbono das plantas medicinais. Isso contribui para a mitigação das mudanças climáticas, promove a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento econômico local.

Este trabalho forneceu uma base científica para futuras pesquisas sobre o sequestro de carbono por plantas medicinais e a aplicação de práticas agrícolas sustentáveis. Os resultados destacam a importância de otimizar o manejo agrícola para maximizar os benefícios ambientais e sociais do cultivo de plantas medicinais. Vale recomendar que a pesquisa sugere que o sequestro de carbono por plantas medicinais pode ser uma estratégia viável e sustentável para a mitigação das mudanças climáticas, contribuindo para um futuro mais resiliente e sustentável.

O estudo, portanto, abre caminhos para a implementação de projetos similares em outras regiões, incentivando a adoção de práticas agrícolas que promovem a saúde e o bem-estar humano, bem como desempenham um papel significativo em tempos de mudanças climáticas antropicamente deletérias.

**REFERÊNCIAS**

ARAÚJO, B. P. *Preparo do solo para plantio de orgânicos*. São Paulo: Editora Rural, 2021.

CARVALLO, J.A; HINDURI N; ARAUJO T.M; SANTOS, J.C. Combustion completeness in a rainforest clearing experiment in Manaus, Brazil, **Journal of Geophysics Research-Atomsphere**, 103: 13195-13199. 1998.

INMET Instituto Nacional de Meterologia. Verão 2023/2024: confira a estação! No Hemisfério Sul,. Inmet e Inpe. Disponível em: **https://portal.inmet.gov.br/ noticias/ver%C3%A3o-2023-2024-confira-a-previs%C3%A3o-para-a-esta%C3%A7%C3%A3o.** Acesso em: 22 março 2024.

IPCC, Intergovernmental Panel On Climate Change. Climate change 2007: The physical science basis. **Agenda**, v. 6, n. 07, p. 333, 2007.

IPCC. **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by R.K. Pachauri and L.A. Meyer. Geneva: IPCC, 2014.

IPCC. Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers. In: An **IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.** Edited by V. Masson-Delmotte et al. Incheon: IPCC, 2018. pp. 32.

JACKSON, W. Natural systems agriculture: a truly radical alternative **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 88, n. 2, p. 111-117, 2002.

NEGI, J.D.S; MANHAS, R.K. CHAUHAN, P.S. Carbon Allocation in Different Components of Some Tree species of India: A new approach for carbon estimation. **Current Science**, 85(11): 1528-1531, 2003.

PAIXÃO, J. L. F; OLIVEIRA, J. E. Z. Horta orgânica de ervas medicinais: inclusão social na comunidade da Barra em Muriaé/MG-Brasil. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, 2013.

PEDUTO, E; SATDINOVA, D. O papel da agricultura urbana na construção de cidades resilientes: exemplos de bairros de Londres. **Construindo cidades resilientes**, 2009.

RIVERA, J. R. **Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil**. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2001.

SILVA, V. L. D.; FERREIRA, R. B.; BARBOSA, C. E. B.; SIMONASSI, F.; CRUZ, R. D. O. D. ***Engenharia agronômica****: produção vegetal entre a teoria e a prática.* Rio de Janeiro: Editora Agro, 2023.

WHITTINGHILL, L. J; ROWE, D. B; SCHUTZKI, R; CREGG, B. M. Quantifying carbon sequestration of various green roof and ornamental landscape systems. **Landscape and Urban Planning**, v. 123, p. 41-48, 2014.