



CIÊNCIAS AGRÁRIAS: ESTUDOS FUNDAMENTAIS

VOLUME XI

Frederico Celestino Barbosa

Ciências agrárias: estudos fundamentais

11^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

11ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238C Ciências agrárias: estudos fundamentais

/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2024

140 f.: il

DOI: 10.37423/2024.edcl997

ISBN: 978-65-5367-545-2

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agronomia 2. engenharia-florestal 3. engenharia-agrônoma 4. engenharia-de-pesca I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 630

<https://doi.org/10.37423/2024.edcl997>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	5
BALANÇO HÍDRICO DE CULTIVO DE PHASEOLUS VULGARIS L. DE CICLO DE 90 DIAS NO MUNICÍPIO DE BOM JESUS (PI)	
Manoel Fábio da Rocha	
DOI 10.37423/240809224	
CAPÍTULO 2	18
IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS MINERAIS DE OCORRÊNCIA NAS FRAÇÕES AREIA, SILTE E ARGILA DA CLASSE DE SOLO PLINTOSSOLO: UMA REVISÃO	
Manoel Fábio da Rocha	
DOI 10.37423/240809226	
CAPÍTULO 3	36
GEOLOGIA E SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, NO NORDESTE DO BRASIL	
Márcia Helena Galina Dompieri	
DOI 10.37423/240809250	
CAPÍTULO 4	51
ECO-INOVAÇÃO NA GESTÃO CORPORATIVA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Ricardo Guimarães de Queiroz	
Regio Marcio Toesca Gimenes	
DOI 10.37423/240809264	
CAPÍTULO 5	83
ECO-INOVAÇÃO E AS EMPRESAS BRASILEIRAS DE CAPITAL ABERTO: UMA ANÁLISE DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL	
Ricardo Guimarães de Queiroz	
Regio Marcio Toesca Gimenes	
DOI 10.37423/240809265	
CAPÍTULO 6	108
DOENÇAS DO MARACUJAZEIRO E ESTRATÉGIAS DE MANEJO	
Luanna Fernandes Pereira	
Ednilson Carvalho Teixeira	
Bruna Oliveira Monteiro	
Carlos Eduardo Magalhães dos Santos	
DOI 10.37423/240909287	

CAPÍTULO 7 125

INDUTORES DE FLORESCIMENTO ALTERNATIVOS AO PACLOBUTRAZOL EM MANGUEIRA

Luanna Fernandes Pereira

Ednilson Carvalho Teixeira

Mateus Pereira Gonzatto

Carlos Eduardo Magalhães dos Santos

DOI 10.37423/240909289

Capítulo 1



10.37423/240809224

BALANÇO HÍDRICO DE CULTIVO DE PHASEOLUS VULGARIS L. DE CICLO DE 90 DIAS NO MUNICÍPIO DE BOM JESUS (PI)

Manoel Fábio da Rocha

Universidade Estadual de Maringá



1 INTRODUÇÃO

O município de Bom Jesus (PI) localiza-se a uma latitude 09°04'28" sul e a uma longitude 44°21'31" oeste, apresentando uma área de 5.469 km², com população estimada em 28.796 habitantes no censo de 2022 (IBGE, 2022), localizado a 635 km de Teresina, capital do Estado do Piauí, o município recebeu a partir da década de 1990 produtores de grãos do Sul do Brasil, Uruguai e Paraguai, inicialmente para produção de soja (*Glycine max* L.), mas atualmente destaca-se nas produções de milho (*Zea mays* L.), fumo (*Nicotiana tabacum* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), além da soja e algumas frutíferas da região como manga, caju, entre outras.

A cultura do feijão é muito difundida pelo Brasil, especialmente pelos Estados da Região Nordeste, seja como cultivo de subsistência pelos pequenos agricultores, seja pela produção em larga escala por grandes produtores. Conhecer a necessidade de água para a cultura é de suma importância para a instalação e manutenção da mesma a campo durante o ciclo produtivo.

Devido ao baixo custo na produção, a cultura do feijão é difundida e produzida para a alimentação das populações de baixa renda, sendo mais viável a esta quando comparada as fontes proteicas animais, como a carne de gado bovina (CHIORATO et al., 2018; DARMON and DREWNOWSKI, 2015; HAYAT et al., 2014; MESSINA, 2014). Assim, podemos perceber um parâmetro correlacionado entre a “preferência” de consumo desta classe e relação da qualidade da dieta, interferindo significativamente na saúde e gerando insegurança alimentar (DARMON and DREWNOWSKI, 2015; HARTMANN and SIEGRIST, 2017; MELINA et al., 2016).

Para a composição do balanço hídrico da cultura do feijão serão analisadas características como: Temperatura, precipitação pluviométrica (chuva), evapotranspiração da cultura, déficit hídrico, armazenamento e perdas de produtividade, excedente hídrico, entre outros que vierem a somar e ser importante para o desenvolvimento do projeto. Tais dados foram obtidos pelo Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

2 OBJETIVO

Apresentar o sistema Sisdagro e como utilizá-lo para tomada de decisão sobre cultivo de dada cultura agrícola em determinado município, levando em consideração dados meteorológicos da localidade.

3 METODOLOGIA

Ao abriu a página do SISDAGRO, pertencente ao INMET, é mostrado o passo a passo de como realizar o preenchimento para obtenção dos resultados almejados:

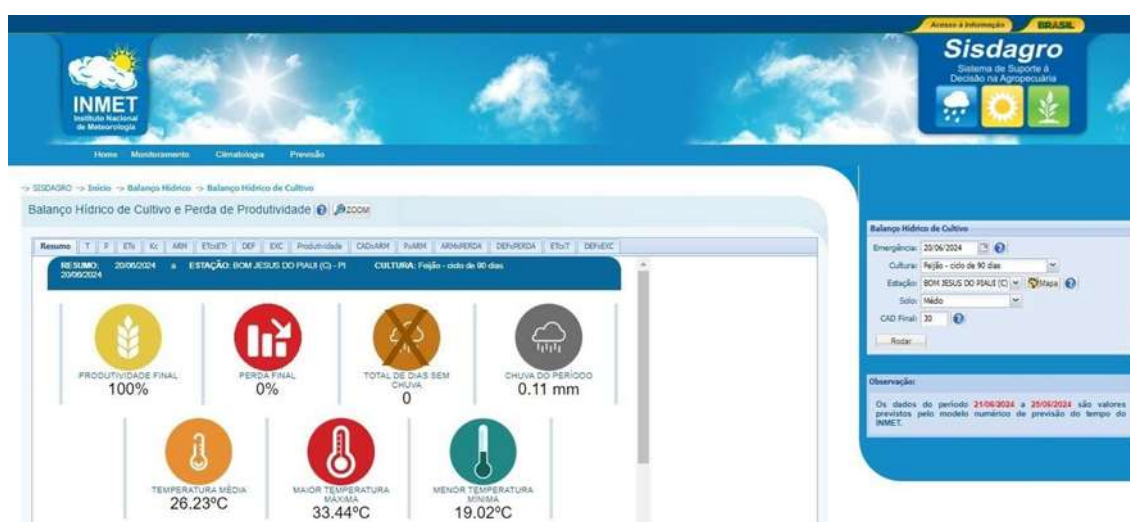
- 1) Acessar a aba “balanço hídrico e perda de produtividade”;
- 2) Na sequência, acessar a aba “balanço hídrico de cultivo e produtividade”;
- 3) inserir cultura (há várias culturas presentes no sistema, além de variados ciclos de dias, por exemplos: Feijão com ciclo de 100 dias; Feijão com ciclo de 110 dias, entre outros);
- 4) inserir estação (aqui há vários municípios brasileiros, em todas as cinco regiões do país);
- 5) Inserir o tipo de solo (aqui há três opções: argiloso, arenoso e textura média, que o sistema denominou de “médio”);
- 6) A CAD final (capacidade de água disponível final) aparece automaticamente logo após a inserção do tipo de solo;
- 7) Depois de todos os espaços preenchidos agora é apertar “rodar” para que o sistema dê os resultados em 16 blocos de dados:
- 8) 1º bloco: um resumo do que foi obtido com: produtividade final (em %); perda final (em %); total de dias sem chuvas; chuva do período (em mm); temperatura média (em °C); maior temperatura máxima (em °C) e menor temperatura mínima (em °C);
- 9) 2º bloco: um gráfico para temperatura (em °C);
- 10) 3º bloco: um gráfico para precipitação (em mm);
- 11) 4º bloco: um gráfico para evapotranspiração de referência (em mm);
- 12) 5º bloco: um gráfico para o coeficiente de cultura;
- 13) 6º bloco: um gráfico para o armazenamento de água (em %);
- 14) 7º bloco: um gráfico para evapotranspiração de cultura (em mm) x evapotranspiração real da cultura (em mm);
- 15) 8º bloco: um gráfico para o déficit hídrico (em mm);
- 16) 9º bloco: um gráfico para o excedente hídrico (em mm);

- 17) 10º bloco: um gráfico para produtividade relativa e perda de produtividade relativa decorrentes da deficiência hídrica (em %);
- 18) 11º bloco: um gráfico para capacidade de água disponível (mm) x armazenamento (mm);
- 19) 12º bloco: um gráfico para precipitação (mm) x armazenamento (mm);
- 20) 13º bloco: um gráfico para armazenamento (%) x perda (%);
- 21) 14º bloco: um gráfico para deficiência hídrica (mm) x perda (%);
- 22) 15º bloco: um gráfico para evapotranspiração da cultura (mm) x T média (°C);
- 23) 16º bloco: um gráfico para déficit hídrica (mm) x excedente hídrico (mm).

4. RESULTADOS

Ao inserirmos os dados solicitados na página do Sisdagro, como mostrado na Imagem 01, na aba “Balanco hídrico de cultivo”, o sistema retorna um resumo da Estação do município apresentando: Produtividade final; Perda final; Total de dias sem chuva; Chuva do período; Temperatura média; Maior temperatura máxima e Menor temperatura mínima.

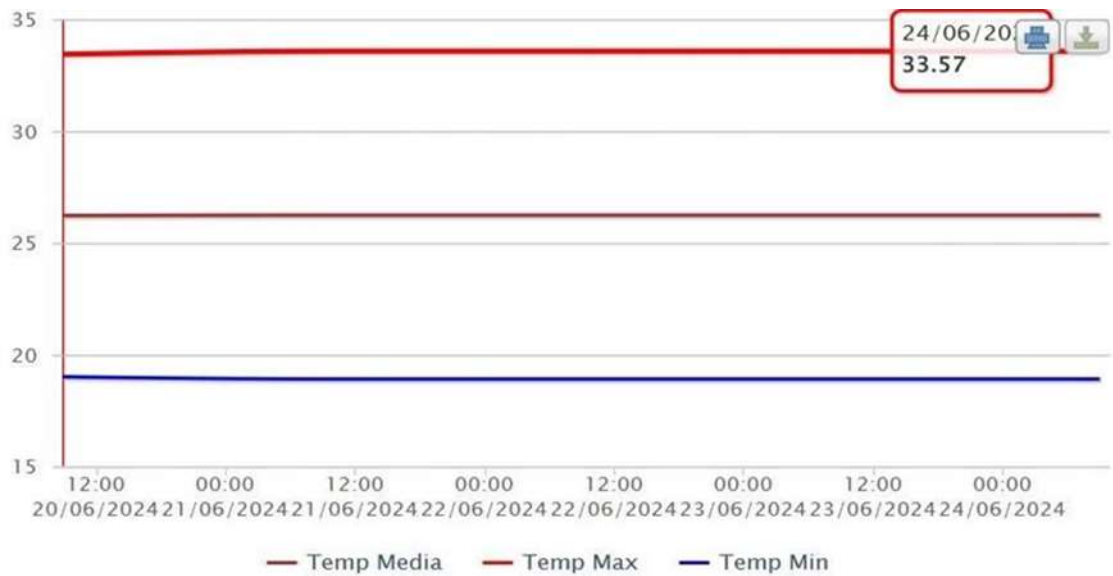
Imagem 01: Página do Sisdagro mostrando resumo dos resultados obtidos para o balanço hídrico de cultivo e perda de produtividade para a cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), de ciclo de 90 dias, em Bom Jesus do Piauí.



Fonte: Sisdagro (2024).

O Sisdagro possibilita ainda a análise de vários dados individuais, como o gráfico sobre as temperaturas média, máxima e mínima (Imagem 02).

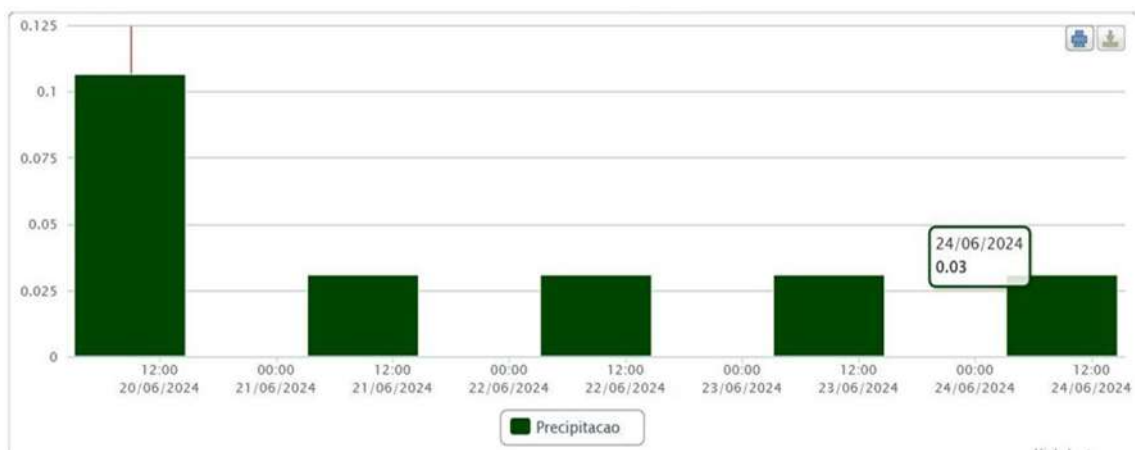
Imagem 02: Temperaturas média, máxima e mínima observados durante o ciclo de 90 dias do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em Bom Jesus do Piauí.

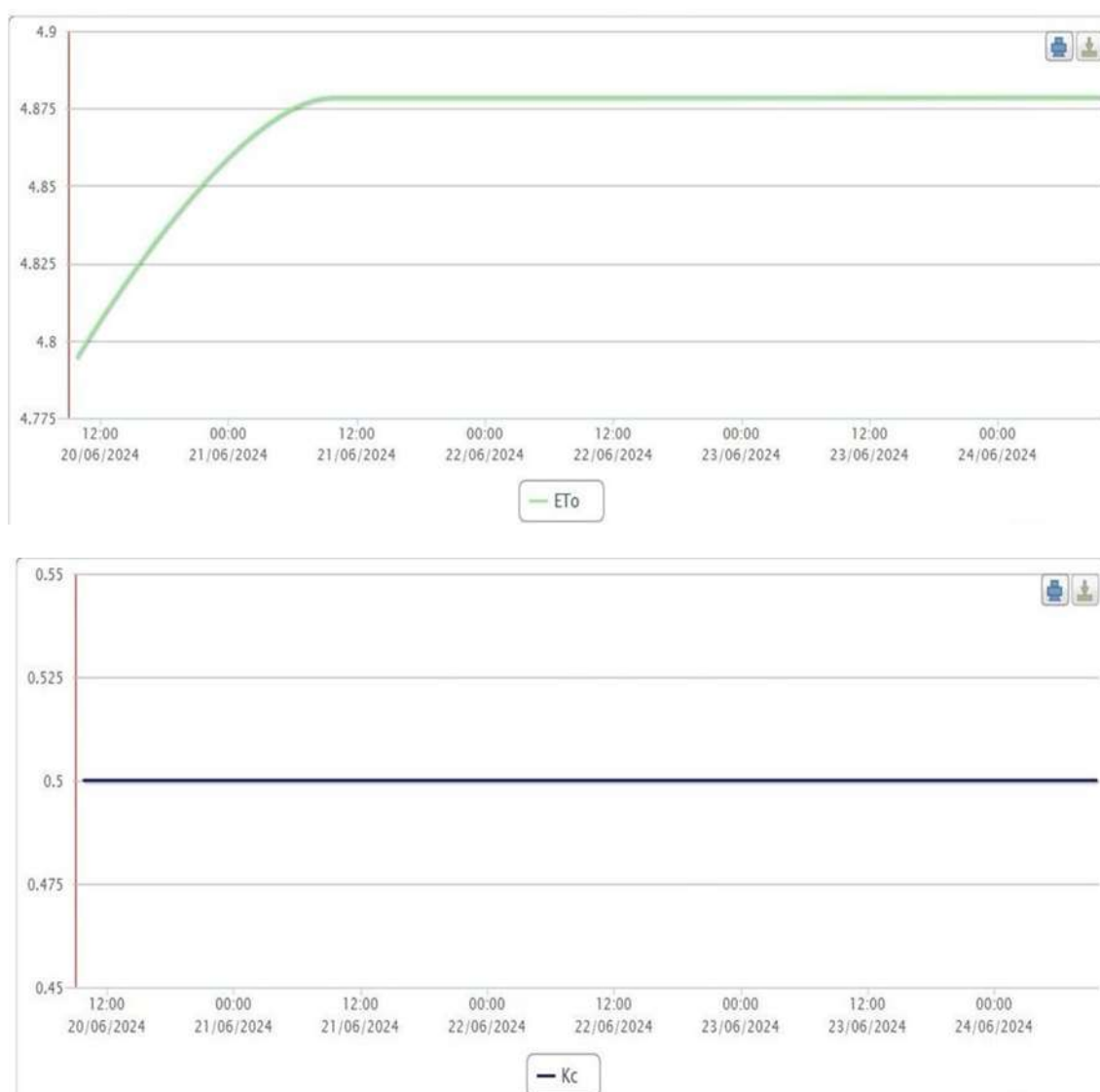


Fonte: SISDAGRO (2024).

O sistema do Sisdagro mostrada, através de gráficos de fácil compreensão, dados como precipitação, evapotranspiração (ETo) e coeficiente de cultura (Kc) (Imagem 03).

Imagem 03: Resultados obtidos para (de cima para baixo): precipitação, ETo e Ko, para o cultivo de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), de ciclo de 90 dias, em Bom Jesus do Piauí.

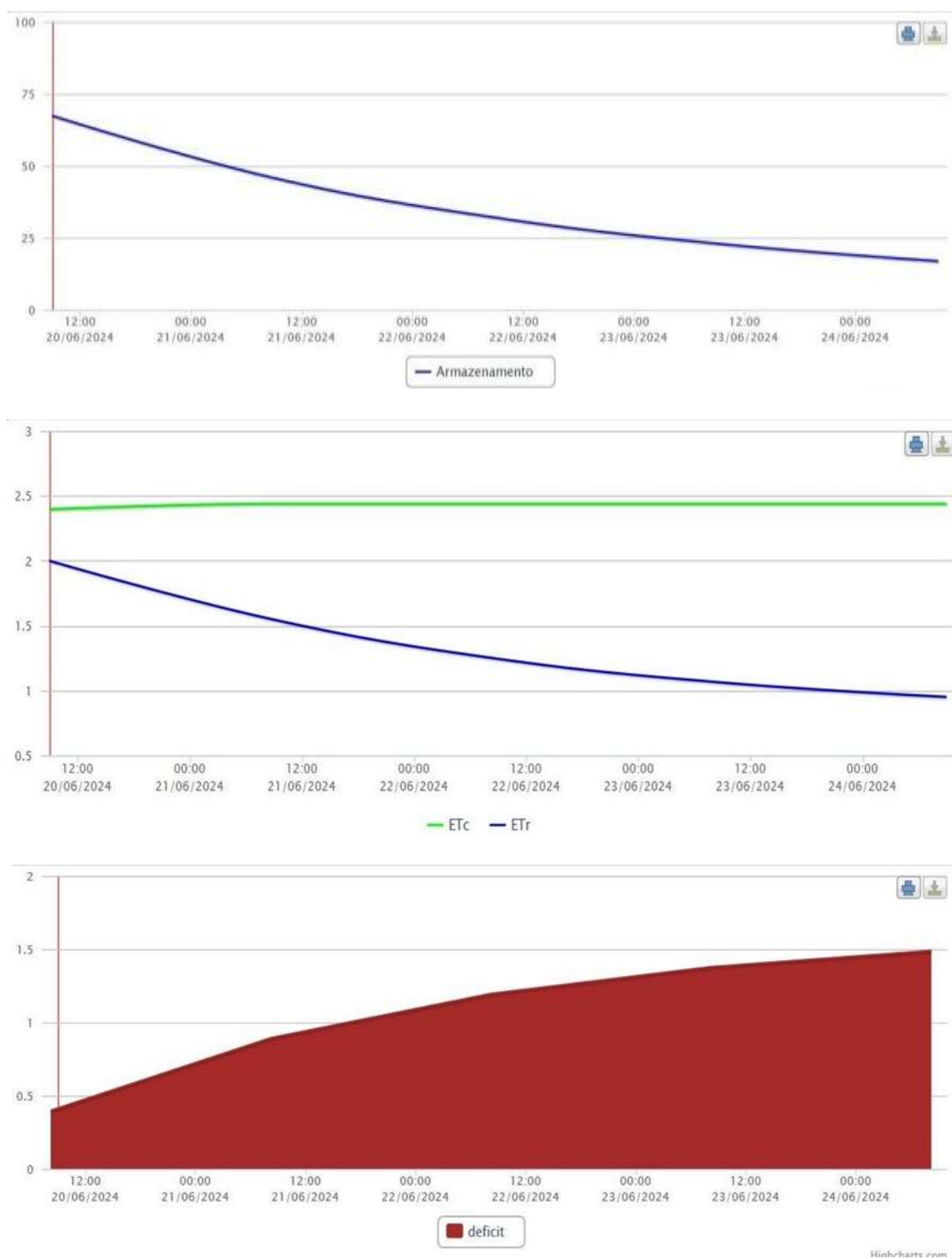




Fonte: SISDAGRO (2024).

Além de outros, de suma importância, para um adequado estabelecimento e desenvolvimento da cultura a campo, como o armazenamento de água no solo, a evapotranspiração da cultura (ETc), evapotranspiração de referência (ETr) e déficit hídrico que possa ter ocorrido ao longo do cultivo.

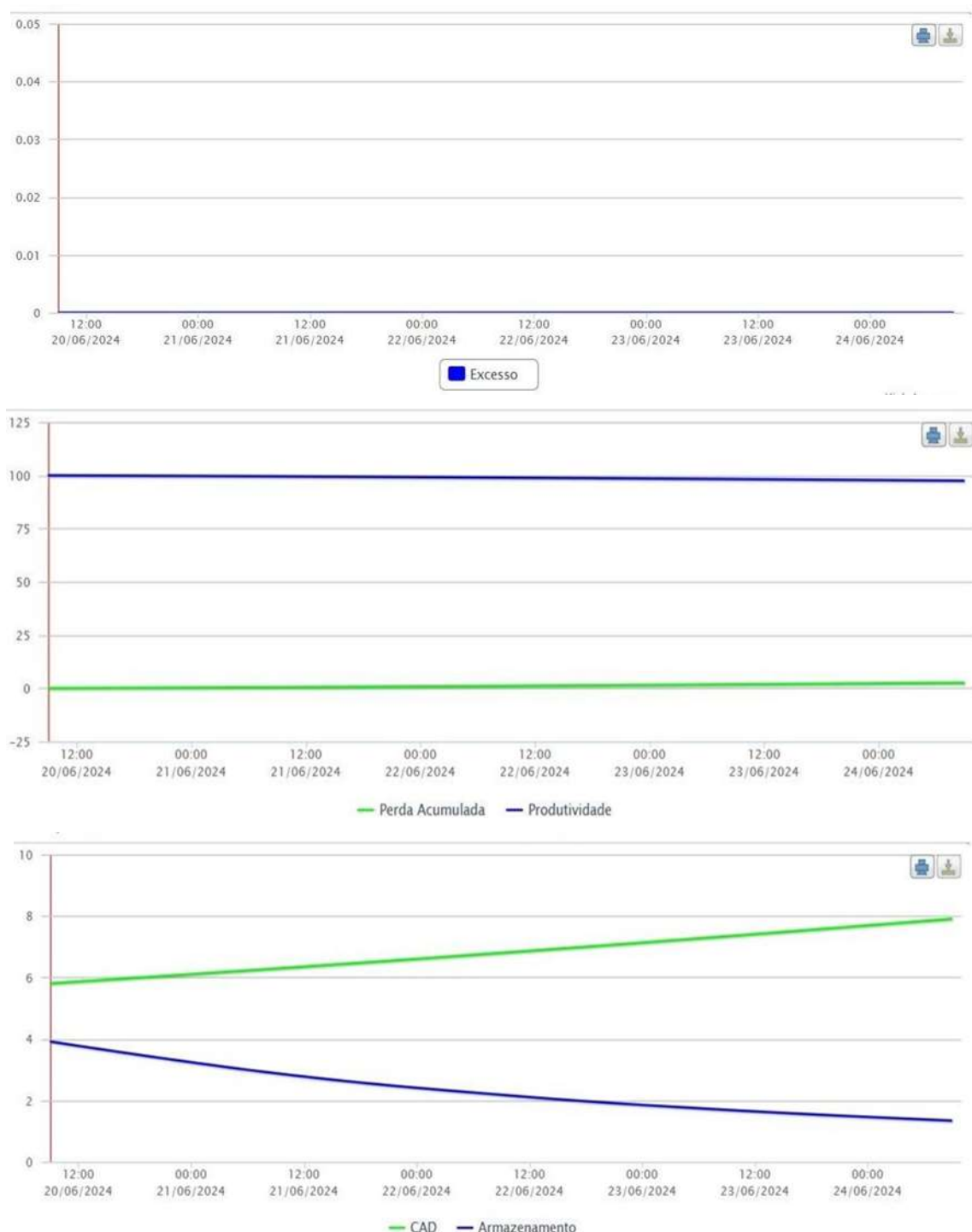
Imagem 04: Resultados obtidos para (de cima para baixo): armazenamento de água no solo, ETc versus ETr e déficit hídrico para feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), de ciclo de 90 dias, em Bom Jesus do Piauí.



Fonte: SISDAGRO (2024).

Os resultados obtidos para excesso de água no solo, durante o tempo que a cultura permaneceu a campo, assim como aqueles obtidos para a perda acumulada versus produtividade e para a capacidade de água disponível (CAD) versus armazenamento de água no solo, são mostrados na Imagem 05.

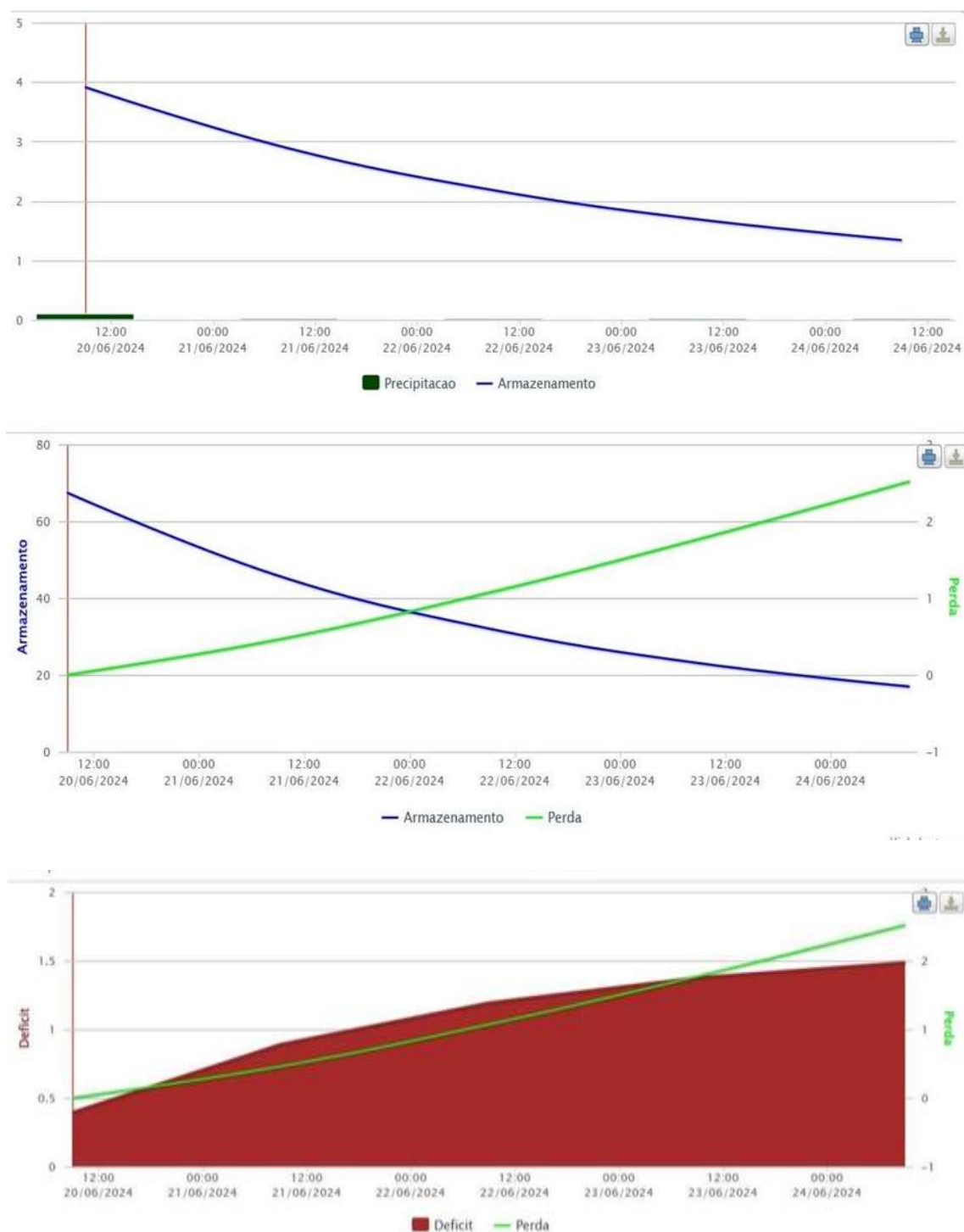
Imagem 05: Resultados obtidos para (de cima para baixo): excesso de água no solo, perda acumulada versus produtividade e CAD versus armazenamento de água no solo, para feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de Ciclo de 90 dias no Município de Bom Jesus – Piauí.



Fonte: SISDAGRO (2024).

A Imagem 06 mostra três gráficos onde cada um apresenta algum tipo de relação importante para o desenvolvimento da cultura a campo, a saber: precipitação pluviométrica versus armazenamento de água no solo; armazenamento de água no solo versus perda na produtividade e déficit hídrico versus perda na produtividade.

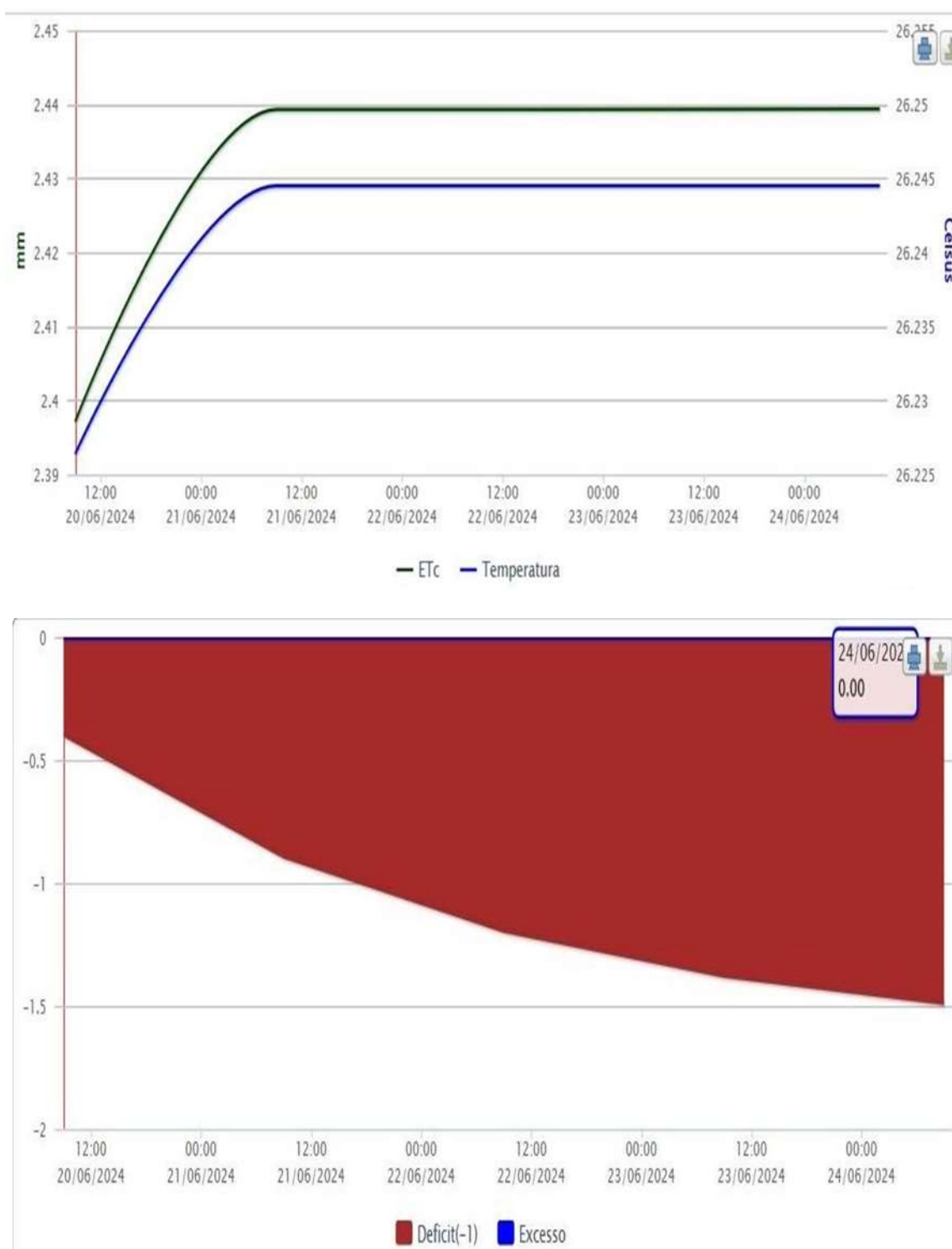
Imagem 06: Resultados obtidos (de cima para baixo) para: precipitação *versus* armazenamento de água no solo; armazenamento de água no solo *versus* perda na produtividade e déficit hídrico *versus* perda na produtividade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de ciclo de 90 dias, em Bom Jesus do Piauí.



Fonte: SISDAGRO (2024).

O SISDAGRO também permitiu relacionarmos dados obtidos para a evapotranspiração da cultura (ETc) com a temperatura local, além de podermos analisar o déficit e excesso hídrico (Imagem 07).

Imagem 07: Resultados obtidos (de cima para baixo) para: ETc versus temperatura (em OC) e déficit hídrico versus excesso hídrico, para feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), de ciclo de 90 dias, em Bom Jesus do Piauí.



Fonte: SISDAGRO (2024).

5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelo portal do SISDAGRO, possibilita aos produtores, estudantes ou usuários de maneira geral, a tomarem decisões ao contribuir no planejamento e manejo das culturas. Todos os gráficos apresentados nas imagens mostradas na aba “resultados”, podem ser obtidas pelos usuários através de ferramentas que monitoram as condições agrometeorológicas correntes a data da consulta no sistema SISDAGRO.

De maneira geral, tais ferramentas beneficiam-se das informações registradas nas redes de estações do INMET, além de outros dados que são alcançados por modelos de previsões numéricas do tempo, a exemplo do Modelo COSMO, que apresenta resolução horizontal de 7Km, relativo às variáveis apresentadas nos gráficos.

Todos os gráficos apresentam um periodo de tempo relativamente curto (de cinco dias) porém, no sistema SISDAGRO o usuário tem a possibilidade de realizar um levantamento mensal através da aba “escala mensal” que o levará para outra aba denominada “Balanço Hídrico Climatológico Mensal” dentro do sistema, onde ele poderá inserir dados relacionadas a estação que deseja e pressionar “rodar” para obter o resultado mensal naquela localidade.

A imagem 02 mostra que as temperaturas máxima, média e mínima, no período de cinco dias, mantiveram-se constantes para o município de Bom Jesus, sendo a máxima igual a 34 °C, a média igual a 26 °C e a mínima igual a 19 °C, valores que não influenciam negativamente o desenvolvimento do feijão a campo.

A imagem 03 mostra resultados obtidos para a precipitação pluviométrica, que com excessão do 1º dia (0,11mm) não variou ao longo dos outros quatro dias subsequentes (0,026mm); a evapotranspiração de referência no 1º dia encontrava-se em 4,79mm, sendo que do 2º ao 5º dia manteve-se constante em 4,88mm, enquanto o coeficiente de cultura manteve-se constante e igual a 0,5 Kc, para o cultivo de *Phaseolus vulgaris* L., de ciclo de 90 dias, em Bom Jesus do Piauí.

A imagem 04 mostra que o armazenamento de água no solo vai de 70mm no 1º dia a 24mm no 5º dia, mas não chega a prejudicar a cultura como será visto mais a frente (na produtividade). Em relação a ETc, esta manteve-se constante em 2,4 enquanto a ETr variou relativamente pouco, de 2 a 1. A variação do déficit hídrico de 0,4 a 1,5mm não influenciou negativamente o *Phaseolus vulgaris* L.

A imagem 05 mostra que não houve excesso de água, nem perdas na produtividade, que foi considerada quase de 100% (em produtividade). Enquanto a capacidade de água disponível variou de

5,9 a 8mm e o armazenamento de água no solo variou de 4 a 1,8mm no período de tempo analisado, o que faz sentido visto ser a água presente na CAD advinda do armazenamento no solo.

Na imagem 06 são mostradas as relações entre: precipitação e armazenamento, que estão proporcionalmente interligados, sendo que quando uma variável decresce a outra decresce junto (ambos dados em mm), enquanto que para as variáveis armazenamento e perda, ambos em %, há uma relação inversamente proporcional, ou seja, quando decresce o armazenamento, aumenta-se as porcentagens de perdas. Situação diferente, mas não sem lógica, ocorre entre as variáveis déficit hídrico (em mm) e perdas (em %), que apresentam-se diretamente proporcionais, ou seja, uma correlação positiva, com ambas crescendo.

A imagem 07 mostra a evapotranspiração da cultura (mm) x temperatura média (°C), que apresentam uma relação positiva proporcional, crescendo ambas juntas, mostrando que com o aumento da temperatura média, há o aumento da ETc, mas que (ambas) estabilizam-se no 2º dia com a ETc estabilizando em 2,4mm e a T média em 26 °C. O gráfico final mostra a relação entre o excesso de água (que não houve, logo foi nulo) com o déficit hídrico que variou de -0,4mm no 1º dia a -1,5 no 5º dia. Ambas as variáveis estão em mm.

6 CONCLUSÃO

Nesta simulação e com todas as variáveis analisadas percebemos que o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura viável a ser cultivada no município de Bom Jesus do Piauí.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK. ESTATÍSTICAS AGROPECUÁRIAS: CULTURA FEIJÃO. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/regional/pi/bom-jesus/estatistica> Acesso em: 26.06.2024.
- CHIORATO, A. F.; REIS, L. L. B.; BEZERRA, L. M. C.; CARBONELL, S. A. M. Global vision on common bean breeding cultivars. In: CAMPOS-VEGA, R.; BASSINELLO, P. Z.; OOMAH, B. D. (ed.). *Phaseolus vulgaris: cultivars, production and uses*. New York: Nova Science Publishers, 2018. p. 27-68.
- DARMON, N.; DREWNOWSKI, A. Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. *Nutrition Reviews*, v. 73, n. 10, p. 643-660, Oct. 2015.
- HARTMANN, C.; SIEGRIST, M. Consumer perception and behavior regarding sustainable protein consumption: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, v. 61, p. 11-25, mar. 2017
- HAYAT, I.; AHMAD, A.; MASUD, T.; AHMED, A.; BASHIR, S. Nutritional and health perspectives of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 54, n. 5, p. 580-592, 2014.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. CENSO 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/nordeste> Acesso em 26.06.2024.
- MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, v. 116, n. 12, p. 1970-1980, Dec. 2016.
- MESSINA, V. Nutritional and health benefits of dried beans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 100, p. 437S-442S, 2014.
- SISDAGRO – INMET. Balanço Hídrico de Cultivo e Perda de Produtividade. Disponível em: <https://www.sisdagro.com.br//balancohidricodecultivoeperdadeprodutividade> Acesso em 26.06.2024.

Capítulo 2



10.37423/240809226

IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS MINERAIS DE OCORRÊNCIA NAS FRAÇÕES AREIA, SILTE E ARGILA DA CLASSE DE SOLO PLINTOSSOLO: UMA REVISÃO

Manoel Fábio da Rocha

Universidade Estadual de Maringá



Resumo: O solo é um sistema tridimensional, extremamente dinâmico e que exerce várias funções aos seres vivos, em especial ao homem, sendo o local onde este semeia seus alimentos; constroem suas moradias e histórias de vida; retira sua água, entre outras funções. No Brasil atualmente há 13 classes de solos, sendo uma delas o Plintossolo. Achados geralmente nas bordas de platôs e áreas ligeiramente dissecadas de chapadas e chapadões das regiões Norte e central do Brasil e dos Estados do Maranhão e Piauí, os Plintossolos são solos que apresentam preponderantemente a formação de plintita, combinada ao horizonte diagnóstico plíntico, litoplíntico ou concrecionário, com ou sem formação de Petroplintita. A presente revisão bibliográfica tem por objetivo realizar um levantamento sobre os principais minerais de ocorrência nas frações areia, silte e argila dos Plintossolos, identificando se há predominância de algum sobre determinada fração. A metodologia utilizada consistiu em realizar um levantamento dos trabalhos científicos publicados nos últimos 30 anos (1994-2024) dos principais minerais que ocorrem nas frações areia, silte e argila dos Plintossolos a partir de busca nas bases de dados Science Direct, Web of Science, Scielo, Google Scholar e Portal de Periódicos CAPES, utilizando os termos “Minerals present in the sand fraction of Plinthosols”, “Minerals present in the silt fraction of Plinthosols” e “Minerals present in the clay fraction of Plinthosols”. Na fração areia, houve predomínio do óxido de silício quartzo (SiO_2), óxido de ferro hematita ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$) e hidróxido de alumínio gibbsita ($\gamma - \text{Al}(\text{OH})_3$); na fração silte houve predomínio de quartzo (SiO_2) e na fração argila houve predomínio do argilomineral filossilicatado 1:1 caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), quartzo (SiO_2), gibbsita ($\gamma - \text{Al}(\text{OH})_3$), hematita ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$) e o oxihidróxido de ferro goethita ($\alpha - \text{FeOOH}$).

Palavras-chave: Argilominerais; Petroplintita; Plintita.

1. INTRODUÇÃO

O solo pode ser entendido como um sistema tridimensional complexo, que desempenha diversas funções importantes ao homem, apresentando alta mutabilidade e sendo composto por fases líquida, sólida e gasosa, além de apresentar interações de processos químicos, físicos e biológicos (URRA et al., 2019). Pode ser compreendido também como uma interface entre a litosfera e atmosfera; como local para desenvolvimento de plantas ou como camada de material inconsolidado sobre o material de origem: as rochas (RESENDE et al, 2014; KER et al, 2015).

Assim, com tantas características que definem o indivíduo solo, é de se esperar que haja vários tipos de solos. De 1875 a 1877, Vassilii Vasil'evich Dokuchaev, cientista russo, iniciava a classificação dos solos com o manuscrito “Mapa dos Solos da Rússia Européia” (DE OLIVEIRA, 2021), criando assim a primeira classificação de solos. No Brasil há o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, responsável por esta classificação, sendo treze classes de solos descritas no país: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvissolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos (SiBCS, 2018).

Os Plintossolos foram firmados como classe ao final da década de 1970 (JACOMINE et al., 1980). Inicialmente denominados de “laterita” (do latim *later* = ladrilho, tijolo) os Plintossolos foram estudados primeiramente na Índia por Buchanan e definidos por ele como sendo um material rico em argilas endurecidas e que apresentava elevada quantidade de óxidos e hidróxidos de Fe com cores avermelhadas (MELFI, 1994). Por apresentar um endurecimento rápido a laterita, na Índia Oriental, era usada como tijolo em construções (ALEXANDER, CADY; 1962).

Conforme Buchanan, a laterita era apenas um horizonte dentro do perfil, sendo este denominado atualmente de horizonte plíntico, diagnóstico dos Plintossolos e antigamente denominadas como lateritas hidromórficas (MELFI, 1994). Ainda consoante Melfi (1994) na laterita predominam argilominerais como quartzo e caulinita e óxidos e hidróxidos de Fe e Al, possuindo elevada estabilidade na superfície, sendo considerado um mineral residual do processo de intemperismo.

O Soil Taxonomy (USDA) utilizou, em 1960, pela 1ª vez o termo Plintita (do grego *Plinthose* = tijolo) conforme DANIELS et al (1978), que apresenta características como: baixas quantidades de húmus; elevada quantidade de Al e Fe; presença de argilominerais com quartzo e minerais como titânio e manganês (SOIL SURVEY STAFF, 2014). Possivelmente as caracterizações com base químico-mineralógica, considerando os teores de Al, Fe e Si, em função dos minerais gibbsita, goethita,

hematita, caulinita e quartzo, propostas por SCHELLMAN, em 1981, sejam as mais completas (MELFI, 1994).

Plintossolos podem ser compreendidos como solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte plântico, litoplântico ou concrecionário em uma das seguintes condições: ou iniciando dentro de 40 cm da superfície; ou iniciando dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei ou logo abaixo do horizonte A, E ou de outro horizonte apresentando cores empalecidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade significativa (SiBCS, 2018).

O SiBCS utiliza para os Plintossolos, o símbolo F (em maiúsculo) e três subordens, correspondentes ao 2º nível categórico: Pétrico, que apresentam horizonte concrecionário ou litoplântico, com exceção quando precedido por horizonte plântico; Argilúvico, com horizonte plântico e horizonte B textural ou que apresente caráter argilúvico e Háplico, representados por outros solos que não se enquadram nas classes anteriores (SiBCS, 2018).

Quando a plintita endurece irreversivelmente resulta em uma concreção denominada de Petroplintita (EMBRAPA, 2021). Solos plântico no Estado Amazônia foram caracterizados confirmando elevado grau de intemperização dos mesmos (GARCIA et al., 2013). Assim, os Plintossolos podem ser considerados solos que apresentam utilização limitada para atividades agrícolas (MOURA, 2015) ou baixa e até mesmo nula aptidão para agricultura (FRANCESCHETTE et al., 2013). No Brasil encontramos Plintossolos principalmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Pará, Tocantins, Goiás, Amazônia, Amapá, Mato Grosso (EMBRAPA, 2013).

O objetivo do presente levantamento é realizar uma revisão bibliográfica sobre quais minerais predominam nas frações areia, silte e argila da classe de solos Plintossolos.

2. METODOLOGIA

A metodologia pode ser compreendida como um conjunto das atividades sistemáticas e racionais que permite, com maior economia e segurança, alcançar objetivos, traçando percursos, detectando equívocos e auxiliando decisões científicas (MARCONI, LAKATOS, 2004). Assim, foi realizado durante os meses de março e abril de 2024, um levantamento bibliográfico para a elaboração da presente revisão, baseando-se na metodologia proposta por SARTOR et al. (2021), que segue as premissas de PULLIN, STEWART (2006) ao propor sugestões à elaboração de pesquisas com viés bibliográfico, classificando-as em etapas.

A etapa inicial de um levantamento bibliográfico é o planejamento. Aqui é onde será questionado as lacunas e resultados obtidos na pesquisa, sobre a temática em pauta (SARTOR et al., 2021). Somando-se a isso, deve haver um protocolo com estratégias para a realização da pesquisa, incluindo e extraíndo dados e posteriormente analisando os mesmos, complementando de modo satisfatório a revisão bibliográfica (PULLIN, STEWART, 2006).

Realizada esta etapa, passa-se para a seguinte que é a questão norteadora: quais minerais estão presentes nas frações areia, silte e argila da classe de solo Plintossolo? Quantos trabalhos científicos há sobre a temática? Após formulados os questionamentos foram delimitadas as bases de dados a serem utilizadas para compor a revisão.

As bases de dados utilizadas para o levantamento foram cinco, a saber: Science Direct; Web of Science; Scielo; Google Scholar e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), utilizando-se para a busca dos trabalhos científicos sobre a temática, os termos específicos apresentados na Tabela 01.

Tabela 01: Termos utilizados nas bases de dados para obtenção dos resultados para compor o levantamento.

Termo 01	Minerals present in the sand fraction of Plinthosols
Termo 02	Minerals present in the silt fraction of Plinthosols
Termo 03	Minerals present in the clay fraction of Plinthosols

Fonte: O autor (2024).

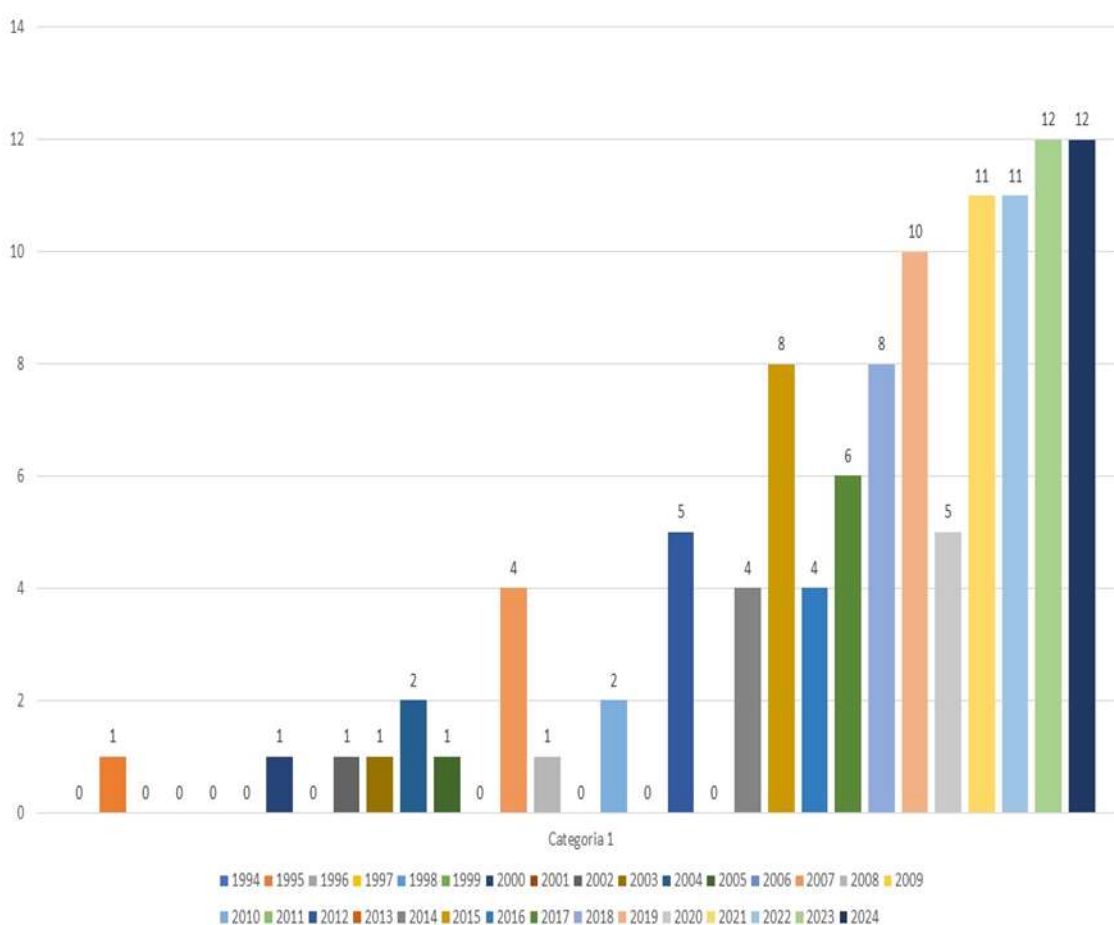
O período de tempo (em anos) foi de 1994 a 2024, ou seja, os trabalhos científicos que foram produzidos nos últimos trinta anos, sobre os minerais presentes nas frações areia, silte e argila da classe de solo Plintossolos estão mensurados neste levantamento.

Para que a obtenção dos resultados seja mais científica, foram retirados resultados duplicados, isto é, publicações que apareceram na mesma base de dados foi considerada apenas uma vez. Publicações entendidas como “literatura cinza”, a exemplo de pesquisas não publicadas ou publicada de maneira não comercial (relatório de pesquisa, boletim informativo, anal de conferência, podcast, etc.), também foram retiradas, sendo que para a etapa final, de seleção dos artigos, verificou-se a conexão dos trabalhos com a temática desta revisão bibliográfica, ou seja, minerais nas três frações citadas dos Plintossolos.

3. RESULTADOS

Para a base de dados Science Direct, de 1994 a 2024, para o termo 01 (Minerals present in the sand fraction of Plinthosols), foram encontrados 113 resultados entre: 7 artigos de revisão; 99 artigos de pesquisas; 3 enciclopédias; 3 capítulos de livros e 1 artigo de dados, sendo que os 5 periódicos com mais trabalhos publicados foram: Geoderma (21); Catena (13); Geoderma Regional (10); Science of The Total Environment (7) e Quarternary Internacional (5).

Imagem 01: Quantidade de publicações sobre minerais presentes na fração areia de Plintossolos, de 1994 a 2024, pela base de dados Science Direct.

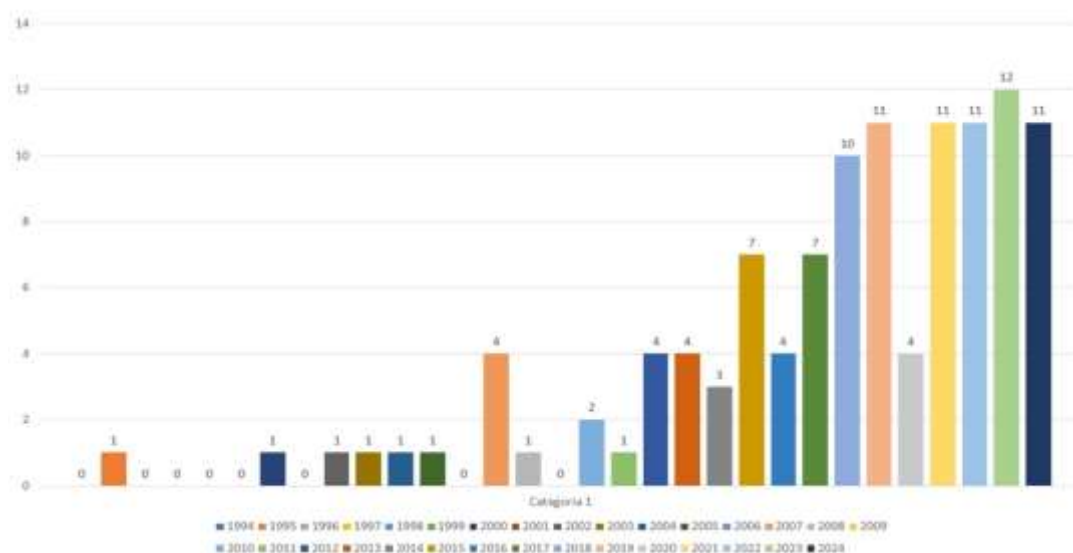


Fonte: O autor (2024).

Para o termo 02 (Minerals present in the silt fraction of Plinthosols), na mesma base de dados e período de tempo, foram encontrados 112 resultados entre: 5 artigos de revisão; 98 artigos de pesquisas; 4 enciclopédias; 4 capítulos de livros e 1 artigo de dados.

Os 6 periódicos com mais trabalhos publicados foram: Geoderma (20); Catena (14); Geoderma Regional (10); Soil and Tillage Research, Science of The Total Environment e Pedosphere, os três com 5 publicações cada.

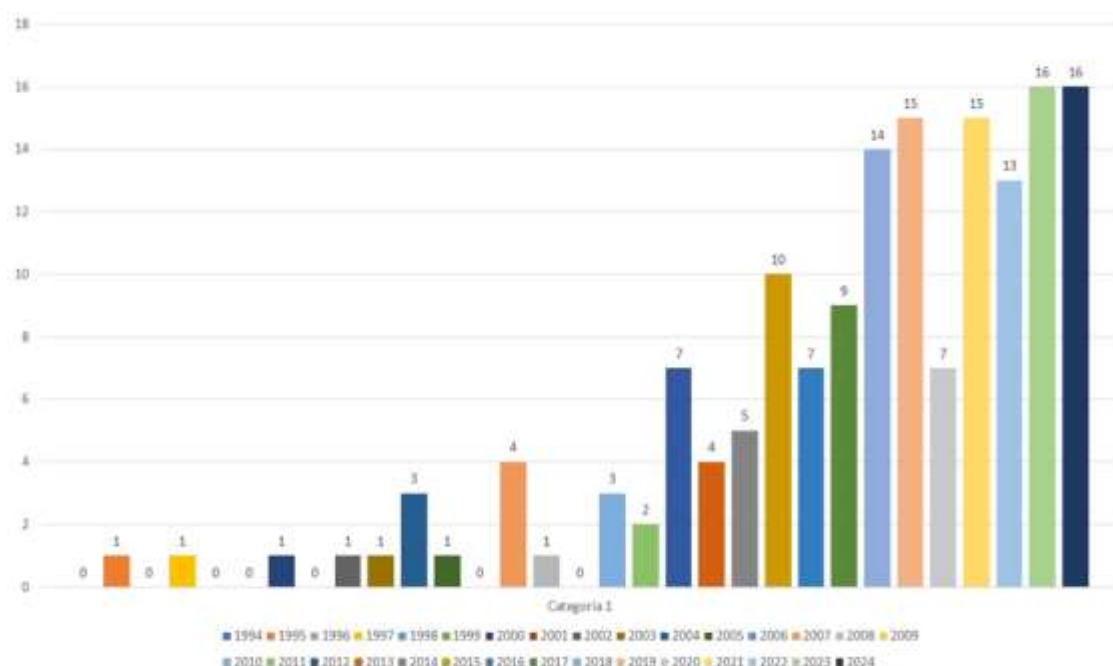
Imagem 02: Quantidade de publicações sobre minerais presentes na fração silte de Plintossolos, de 1994 a 2024, pela base de dados Science Direct.



Fonte: O autor (2024).

Para o termo 03 (Minerals present in the clay fraction of Plinthosols), na mesma base de dados e período de tempo, foram encontrados 157 resultados entre: 8 artigos de revisão; 136 artigos de pesquisas; 4 enciclopédias; 7 capítulos de livros e 2 artigos de dados, sendo que os 4 periódicos com mais trabalhos publicados foram: Geoderma (31); Catena (17); Geoderma Regional (13) e Science of The Total Environment (11).

Imagem 03: Quantidade de publicações sobre minerais presentes na fração argila de Plintossolos, de 1994 a 2024, pela base de dados Science Direct.



Fonte: O autor (2024).

Para a base de dados Web of Science, de 1994 a 2024, para o termo 01, retornaram apenas dois resultados intitulados: “Mineralogy and micromorphology of skeletal soils from the cerradobioma ineasterngoias” de autoria de GOMES et al., (2007) e “Chemical Properties And Mineralogy Of Soils With Plinthite And Petroplinthite In Iranduba (AM), Brazil” de autoria de GARCIA et al., (2013), ambos os trabalhos publicados na Revista Brasileira de Ciência do Solo (RBCS).

Na mesma base de dados e mesmo período, para o termo 02 (Minerals present in the silt fraction of Plinthosols) a pesquisa não retornou nenhum resultado.

Para o termo 03 (Minerals present in the clay fraction of Plinthosols), na mesma base de dados e período de tempo, retornaram os mesmos dois trabalhos encontrados para o termo 01, de GOMES et al., (2007) e GARCIA et al., (2013) publicados na RBCS.

Na base de dados Scielo, no período de tempo de 1994 a 2024, para o termo 01, retornou apenas 1 resultado intitulado “Mineral assemblage of soils developed from different lithologies in southern Minas Gerais, Brazil”, de autoria de ARAUJO et al., (2014), publicado na Revista Brasileira de Ciência do Solo.

Para o termo 02, Minerals present in the silt fraction of Plinthosols, na mesma base de dados e período de tempo, não houve nenhum resultado encontrado.

Para o termo 03, na mesma base de dados e período de tempo, retornaram apenas dois resultados, o já citado de autoria de ARAUJO et al., (2014) e outro intitulado “Mineralogy and chemistry of three soils along a topossequence from the Upper Solimões Basin, western Amazonia”, de autoria de LIMA et al., (2006), também publicado pela Revista Brasileira de Ciência do Solo.

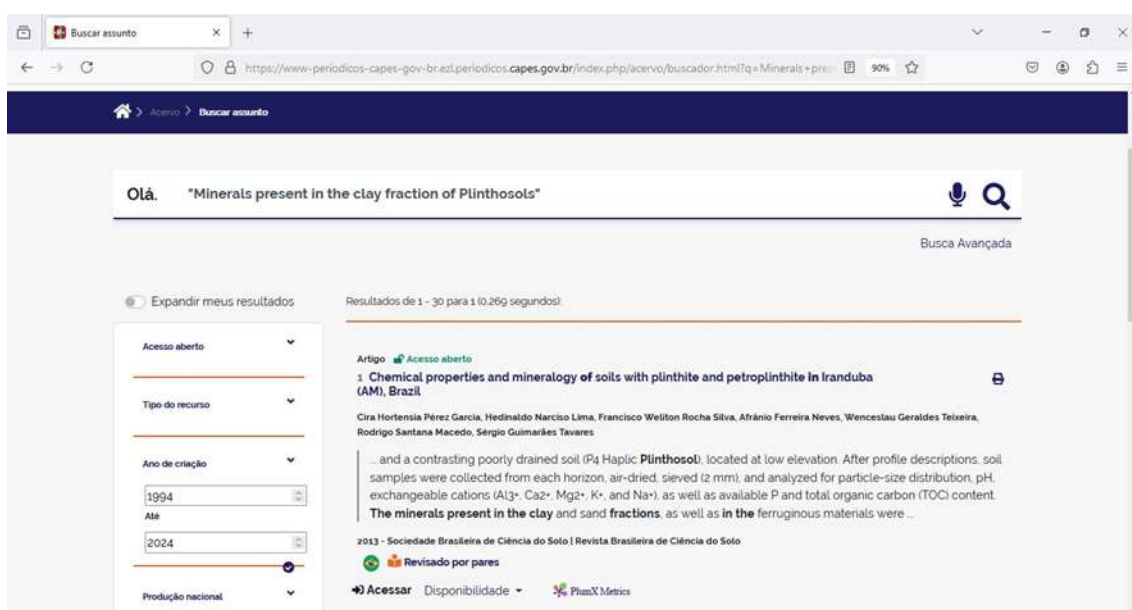
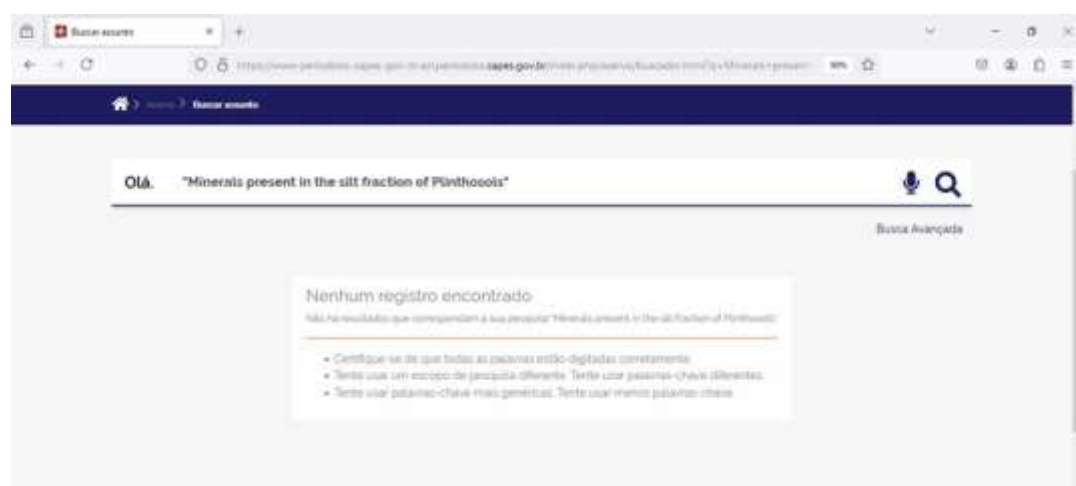
Na base de dados Google Scholar, no período de tempo de 1994 a 2024, para o termo 01 (Minerals present in the sand fraction of Plinthosols) foram encontradas 51 publicações. Para o termo 02 (Minerals present in the silt fraction of Plinthosols) na mesma base de dados e período de tempo, retornaram 53 publicações e para o termo 03 (Minerals present in the clay fraction of Plinthosols) 57 publicações.

No Portal de Periódicos CAPES, no período de tempo de 1994 a 2024, para o termo 01 (Minerals present in the sand fraction of Plinthosols) retornaram 30 trabalhos, porém apenas 1 com acesso aberto, de autoria de GARCIA et al., (2013), publicado na RBCS, o mesmo encontrado na base de dados Web of Science.

Para o termo 02 (Minerals present in the silt fraction of Plinthosols), no Portal CAPES e mesmo período de tempo, não retornaram resultados.

Para o termo 03 (Minerals present in the clay fraction of Plinthosols), no Portal de Periódicos CAPES e mesmo período de tempo (1994 a 2024), novamente aparece 30 resultados, mas apenas o já citado de GARCIA et al., (2013) aparece como “acesso aberto” (Imagem 04).

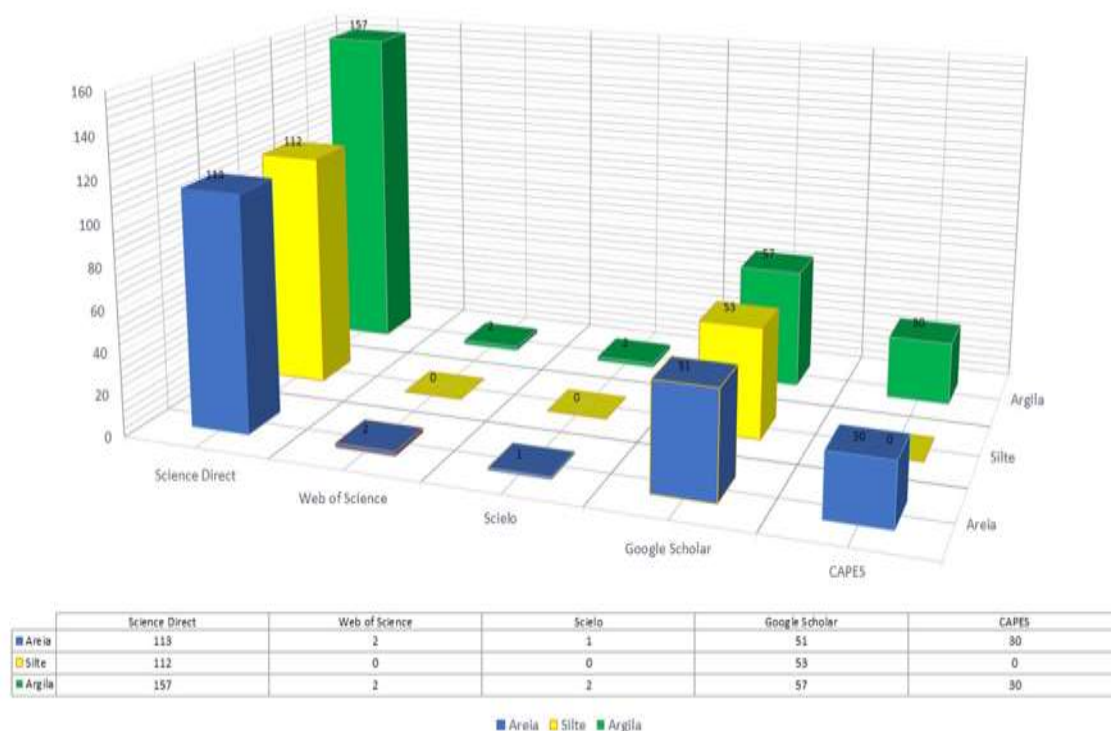
Imagem 04: Resultados da busca na base de dados Portal de Periódicos CAPES, de 1994 a 2024, para os três termos da pesquisa.



Fonte: O autor (2024).

Para facilitar a visualização dos resultados encontrados a Imagem 05 mostra a quantidade de trabalhos científicos encontrados nas 5 bases de dados, para o período de tempo de 30 anos (1994 a 2024), para os três termos utilizados neste levantamento bibliográfico.

Imagem 05: Quantidade de trabalhos científicos, nos últimos 30 anos (1994 – 2024) em 5 bases de dados (Science Direct, Web of Science, Scielo, Google Scholar e Periódicos CAPES) para os três termos utilizados para compor o levantamento bibliográfico.



Fonte: O autor (2024).

De maneira geral, para a maioria dos trabalhos científicos encontrados nas cinco bases de dados, Science Direct, Web of Science, Scielo, Google Scholar e Portal de Periódicos CAPES, em relação as três frações (areia, silte e argila), foram achadas mais pesquisas para o termo 03 (Minerals present in the clay fraction of Plinthosols), seguido pelo termo 01 (Minerals present in the sand fraction of Plinthosols) e por último, para o termo 02 (Minerals present in the silt fraction of Plinthosols).

4 DISCUSSÃO

Das 5 bases de dados utilizadas neste levantamento, aquelas que apresentaram, em uma ordem crescente, mais trabalhos científicos encontrados para o termo 01 (minerais presentes na fração areia dos Plintossolos), foram: Scielo com uma publicação; Web of Science com duas publicações; Portal de Periódicos CAPES com trinta publicações; Google Scholar com cinquenta e uma publicações e Science Direct com cento e treze publicações.

Para o termo 2 (minerais presentes na fração silte dos Plintossolos) as bases de dados Web of Science, Scielo e CAPES não retornaram publicações, enquanto Google Scholar retornaram cinquenta e três publicações e o Science Direct cento e doze publicações.

Para o termo 03 (minerais presentes na fração argila dos Plintossolos), as bases de dados Web of Science e Scielo, ambas retornaram duas publicações cada, seguida pela CAPES, com trinta publicações, Google Scholar com cinquenta e sete publicações e Web of Science com cento e cinquenta e sete.

Em relação as três décadas buscadas, se analisarmos separadamente em 1994 a 2004, 2004 a 2014 e 2014 a 2024, é possível notar que a maioria dos trabalhos científicos que tratam e/ou citam minerais nas frações areia, silte e argila dos Plintossolos, de maneira geral, encontram-se na última década (2014 a 2024), isto pode ter sido ocasionado por diversos fatores como: (I) melhorias nas infraestruturas das pesquisas; (II) fortalecimento na qualidade das pesquisas científicas e ou tecnológicas; (III) inovações nas formas de fomento e financiamento das pesquisas; (IV) qualificação do capital humano dedicado às pesquisas; (V) estimulação à inovação nas pesquisas, entre outros fatores (MCTI, 2016). Porém, se olharmos para a história da ciência como um todo, a infraestrutura de pesquisa no Brasil pode ser considerada relativamente nova (NEGRI e SQUEFF, 2016).

Em relação aos periódicos utilizados para a realização das publicações, os mais buscados pelos pesquisadores, neste período de tempo (1994 – 2024), na base de dados Science Direct foram: Geoderma (72), Catena (44), Geoderma regional (43) e Science of The Total Environment (23). Nas outras quatro bases de dados, o periódico que mais se destacou foi a Revista Brasileira de Ciência do Solo (RBCS), o que é compreensivo pelo peso e qualidade que o periódico apresenta na área da Ciência do Solo.

Os primeiros trabalhos que apareceram nos resultados da busca, de modo geral, nas cinco bases de dados, para o período de tempo de trinta anos (1994 – 2024), foram os de GOMES et al., (2007); CORRÊA et al., (2007); GARCIA et al., (2013); ARAUJO et al., (2014); LIMA et al., (2006); DOS ANJOS et al., (2007); dentre outros que também serão comentados a seguir.

Em estudo sobre a micromorfologia e mineralogia dos solos do bioma cerrado, na região leste do Estado de Goiás, GOMES et al., (2007) constataram a presença do óxido de ferro hematita somente na fração areia, dos Plintossolos, associadas a Petroplintita (GOMES et al., 2007). Em pesquisas sobre algumas propriedades físicas e químicas de três tipos de solos CORRÊA et al., (2008) identificaram, por meio dos espectros obtidos pela difratometria de raios x, conhecida popularmente como DRX, na

fração argila, os minerais caulinita, gibbsita, hematita, goethita, anatásio e zircão (CORRÊA et al., 2008).

Em trabalho com objetivo de analisar os atributos químicos, composição mineralógica e grau de intemperismo em quatro perfis que apresentavam plintita e petroplintita, em Iranduba (AM) GARCIA et al., (2013) constataram similaridade mineralógica entre os perfis de solo, especialmente entre aqueles bem-drenados, que predominavam o mineral caulinita na fração argila e o mineral quartzo, na fração areia, demonstrando que, de maneira geral, os perfis são quimicamente intemperizados e altamente desenvolvidos.

Em estudos sobre a paragênese mineral de solos desenvolvidos sobre litologias distintas na região sul do Estado de Minas Gerais, ARAUJO et al., (2014) constataram que dos solos analisados, o Plintossolo Concrecionário apresenta composição predominantemente hematítica, ou seja, há predomínio de hematita na fração argila deste Plintossolo, porém na fração areia, além da hematita também há presença de quartzo, gibbsita e uma certa quantidade de magnetita.

Em um trabalho sobre a química e mineralogia de três solos presentes em uma topossequência, da bacia sedimentar do Alto Solimões (AM), LIMA et al., (2006) constataram que o Plintossolo do local apresentava, na fração argila: quartzo, caulinita, esmectita, pirofilita, mica, ilita e vermiculita. Associada a plintita, há ocorrência de hematita nestes Plintossolos do estudo. Na fração silte ocorreram os mesmos minerais, mas somados a eles apareceram plagioclásios, enquanto na fração areia ocorreram quartzos (basicamente) mais micas e plagioclásios no horizonte C (LIMA et al., 2006).

Em trabalho sobre caracterização e classificação de Plintossolos no município de Pinheiro (MA), DOS ANJOS et al., (2007) identificaram predominância de quartzo na fração areia, com exceção nos horizontes Cf, onde predominavam materiais concrecionários ou nódulos argilosos ou argiloferuginosos, sugerindo a presença de hematita e goethita, sendo que também foram encontrados rutilo, turmalina, ilmenita, microclínio, muscovita, magnetita, estauroлита e biotita intemperizada (DOS ANJOS et al., 2007).

Em trabalhos sobre evolução e gênese de um Plintossolo pétrico no município de Ouro Verde (GO) MOREIRA e DE OLIVEIRA (2008) constataram a predominância de quartzo na fração areia, enquanto na fração argila foram encontrados minerais principais como quartzo, caulinita e gibbsita e minerais subordinados como magnetita, goethita e mineral-traço, pelo método da lâmina não-orientada (método do pó), além de muscovita pelo método da lâmina orientada (MOREIRA e DE OLIVEIRA, 2008).

Analisando mineralógica, granulométrica e quimicamente solos de ecótonos do sudoeste do Tocantins MATA et al., (2011) observaram que na fração silte de um Plintossolo Háptico distrófico, os minerais que apresentaram maiores intensidades, no difratograma, foram bayerita, plagioclásio e gibbsita, enquanto na fração areia dominou o quartzo e na fração argila, as maiores intensidades foram os minerais siderita, birnessita, laumontita, bayerita, sauconita, basaluminite e anidrita (MATA et al., 2011).

Em caracterização de Plintossolos presentes na planície do rio Araguaia (GO) DE MOURA (2015) aferiu que na fração areia há predomínio de quartzo, na fração silte há micas e quartzo e na fração argila há illita, gibbsita, caulinita e vermiculita com hidróxi entrecamadas (VHE), sendo que na plintita dominam os óxidos de ferro, sobretudo hematita e goethita, formados *in situ* nos horizontes dos perfis submetidos a oxido-redução relacionadas à oscilação sazonal do lençol freático (DE MOURA, 2015).

Em sua dissertação, sobre a mineralogia e adsorção de fósforo em solos do Rio Grande do Sul, DE OLIVEIRA (2015) observou nos resultados do difratograma da fração argila desferrificada orientada a presença de minerais como vermiculita, esmectita, mica, caulinita, gibbsita, feldspato, quartzo e rutilo, sendo o quartzo o que demonstrou predominância entre os mesmos (DE OLIVEIRA, 2015).

Em pesquisa para caracterização mineralógica e química de solos perférricos presentes na Serra Sul de Carajás, no Estado do Pará, SCHAEFER et al., (2016) encontraram, na fração argila de um Plintossolo Pétrico Litoplântico, os minerais quartzo, caulinita, goethita, hematita, maghemita, anatásio, ilmenita e rutilo, enquanto para um Plintossolo Pétrico Concrecionário foram observados, também na fração argila, a presença de quartzo, caulinita, hematita, goethita, maghemita e anatásio (SCHAEFER et al., 2016).

Em estudos sobre a gênese e mineralogia de solos com horizonte b textural, presentes no Estado de Sergipe, MENEZES (2020) constatou nas análises do difratograma de raio X (DRX), da fração argila de um Plintossolo Argilúvico Distrófico Abrupto, a presença dos minerais caulinita e mica e de cascalhos de quartzo arredondados e subarredondados nos horizontes superficiais A1 e A2 do solo (MENEZES, 2020).

Em trabalhos com minerais da fração argila indicadores de impactos ambientais em área de descarte de resíduos sólidos no cerrado brasileiro, mais especificamente no Estado de Goiás, BITENCOURT et al., (2018) em um Plintossolo Argilúvico eutrófico (FTE) localizado no município de Palminópolis (GO) constataram que o perfil do solo deste Plintossolo, com os minerais hematita e goethita, presente nos sete horizontes não são capazes de absorver os contaminantes químicos que geram passivos

ambientais ao liberar elementos-traço (antigamente chamados de metais pesados), sendo que a baixa quantidade de argila no FTe torna o solo mais vulnerável a contaminação do lençol freático.

De maneira geral, todos os trabalhos científicos presentes nesta revisão bibliográfica, mostram a presença de uma classe de solo bem intemperizada, onde há predomínio de minerais pobres ou ausentes em bases (cátions) como magnésio, cálcio e potássio, a exemplo do quartzo, caulinita, gibbsita, entre outros.

5 CONCLUSÃO

Na maioria dos trabalhos, experimentos e pesquisas científicas encontradas sobre a classe de solo Plintossolo, os minerais que predominaram foram: Na fração areia, houve predomínio do óxido de silício quartzo (SiO_2), óxido de ferro hematita (α - Fe_2O_3), hidróxido de alumínio gibbsita (γ - $\text{Al}(\text{OH})_3$); na fração silte houve predomínio de quartzo (SiO_2) e na fração argila houve predomínio do argilomineral filossilicatado 1:1 caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), quartzo (SiO_2), gibbsita (γ - $\text{Al}(\text{OH})_3$), hematita (α - Fe_2O_3) e o oxihidróxido de ferro goethita (α - FeOOH). Pode-se considerar que o quartzo se sobressaiu como predominante pois estava presente em todas as frações dos solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, L. T.; CADY, J. G. GENESIS AND HARDENING OF LATERITE IN SOILS. 2ª edição. Washington: US Dept. of Agriculture, 1962.

BITENCOURT, L.F.C.; RIBON, A.A.; MACHADO, J.R.M. MINERAIS DA FRAÇÃO ARGILA INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE DESCARTE DE RESÍDUOS NO BIOMA CERRADO. In: V Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão da UEG, 11 páginas, 2018.

CORRÊA, M.M.; DE ANDRADE, F.V.; MENDONÇA, E.S.; SCHAEFER, C.E.G.R.; PEREIRA, T.T.C.; ALMEIDA, C.C. ÁCIDOS ORGÂNICOS DE BAIXO PESO MOLECULAR E ÁCIDOS HÚMICOS E ALTERAÇÕES EM ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE LATOSSOLOS, PLINTOSSOLO E NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. Revista Brasileira de Ciência do Solo – RBCS. Páginas 121 – 131, volume 32, 2008.

DANIELS, R. B.; PERKINS, H. F.; HAJEK, B. F.; GAMBLE, E. E. MORPHOLOGY OF DISCONTINUOUS PHASE PLINTHITE AND CRITERIA FOR ITS FIELD IDENTIFICATION IN THE SOUTHEASTERN UNITED STATES. Soil Science Society of America Journal, Madison, volume 42, número 6, páginas 944-949, 1978.

DE MOURA, D.B. CARACTERIZAÇÃO DE PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS NA PLANÍCIE DO RIO ARAGUAIA. Dissertação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás – UFG, ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS. 94 páginas, 2015.

DE OLIVEIRA, J.S. MINERALOGIA E ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Porto Alegre – RS – BR, 81 páginas, 2015.

DE OLIVEIRA, T.F. MANEJO DOS PLINTOSSOLOS NO TOCANTINS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. Trabalho de conclusão de curso em Agronomia. CEULP/ULBRA. 33 páginas, 2021.

DOS ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; PÉREZ, D.V.; RAMOS, D.P. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PLINTOSSOLOS NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO - MA. Revista Brasileira de Ciência do Solo – RBCS. Volume 31, páginas 1035 – 1044, 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 3ª edição revisada e ampliada. 353 páginas, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. SOLOS TROPICAIS. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais> Acesso em 04.04.2024.

FRANCESCHETTE, E.; KLEIN, V.A.; NAVARINI, L.L.; KLEIN, C. PROPRIEDADES FÍSICAS DE SOLO CONCRECIONÁRIO DO TOCANTINS SUBMETIDO A DISTINTOS MANEJOS. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Florianópolis – Santa Catarina. 2013. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/1551.pdf> Acesso em: 06.06.2024.

GARCIA, C. H. P.; LIMA, H. N.; SILVA, F. W. R.; JUNIOR, N.; FERREIRA, A.; TEIXEIRA, W. G.; MACEDO, R. S.; TAVARES, S. G. CHEMICAL PROPERTIES AND MINERALOGY OF SOILS WITH PLINTHITE AND PETROPLINTHITE IN IRANDUBA (AM), BRAZIL. Revista Brasileira de Ciência do Solo – RBCS; Viçosa, Volume 37, Número 04, Páginas 936-946, 2013.

GOMES, J.B.V.; CURTI, N.; SCHULZE, D.G.; MARQUES, J.J.G. de S e M.; KER, J.C.; DA MOTTA, P.E.F. MINERALOGIA E MICROMORFOLOGIA DE SOLOS ESQUELÉTICOS DO BIOMA CERRADO, NO LESTE DE GOIÁS. SEÇÃO II - Química e Mineralogia do Solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo – RBCS, páginas 875 – 866, 2007.

JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N.; SANTOS, R. D. dos; CALVACANTI, A. C.; MELO FILHO, H. F. R. de; MEDEIROS, L. A. R.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; REGO, R. da S.; FORMIGA, R. A.; PESSOA, S. C. P.; RODRIGUES, T. E. ESTUDO EXPEDITO DE SOLOS NO ESTADO DO MARANHÃO PARA FINS DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E LEGENDA PRELIMINAR. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS; Recife: SUDENE-DRN, 1980. 220 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim técnico, 61; SUDENE-DRN. Série recursos de solos, 13).

KER, J. C. et al. (ed.). PEDOLOGIA: FUNDAMENTOS. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

LIMA, H.N.; DE MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C.; LIMA, A.M.N. MINERALOGIA E QUÍMICA DE TRÊS SOLOS DE UMA TOPOSSEQUÊNCIA DA BACIA SEDIMENTAR DO ALTO SOLIMÕES, AMAZÔNIA OCIDENTAL. SEÇÃO II - Química e Mineralogia do Solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo – RBCS. Páginas 59 – 68, 2006.

MATA, H.F.; DA SILVA, R.R.; FONTES, M.P.F.; ERASMO, E.A.L.; FARIAS, V.L. DA S. ANÁLISE MINERALÓGICA, GRANULOMÉTRICA E QUÍMICA, EM SOLOS DE ECÓTONOS DO SUDOESTE DO TOCANTINS. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, Volume 4, Número 2, Páginas 152–175, 2011.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. ESTRATÉGIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 2016-2019. 128 pg, 2016. Disponível em: www.mcti.gov.br/estrategianacionaldecienciatecnologiaeinovacao2016_2019 Acesso em: 06.06.2024.

MELFI, A. J. LATERITAS E PROCESSOS DE LATERIZAÇÃO. AULA INAUGURAL. Universidade de São Paulo – USP, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Geotecnia. 31 páginas. Número 093. 1994.

MENEZES, B DOS S. GÊNESE E MINERALOGIA DE SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL DO ESTADO DE SERGIPE. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Sergipe – UFS, 47 páginas, 2020.

MOREIRA, H.L.; DE OLIVEIRA, V.A. EVOLUÇÃO E GÊNESE DE UM PLINTOSSOLO PÉTRICO CONCRECIONÁRIO ÊUTRICO ARGISSÓLICO NO MUNICÍPIO DE OURO VERDE DE GOIÁS. Revista Brasileira de Ciencia do Solo – RBCS. Volume 32, páginas 1683 – 1690, 2008.

MOURA, D.B. DE. CARACTERIZAÇÃO DE PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS NA PLANÍCIE DO RIO ARAGUAIA. Dissertação. Universidade Federal de Goiás – UFG. 94 páginas, 2015.

NEGRI, F. de; SQUEFF, F. de H. S. (org.). SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA DE PESQUISA NO BRASIL. Brasília, Distrito Federal: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA: Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, 637 páginas, 2016.

PULLIN, A. S.; STEWART, G. B. GUIDELINES FOR SYSTEMATIC REVIEW IN CONSERVATION AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. *Conservation Biology*, Volume 20, Número 6, Páginas 1647–1656, 2006.

RESENDE, M. et al. PEDOLOGIA: BASE PARA DISTINÇÃO DE AMBIENTES. 6ª Edição; Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras - MG: Editora UFLA, 2014.

SARTOR, L. B.; RUDECK, V. H. P.; DO ROSÁRIO, J. A. MODELOS FÍSICOS DE DEPOSIÇÃO DE POEIRA E LIMPEZA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS: UMA REVISÃO. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. *Revista Tecnologia*, 12 páginas. 2021.

SCHAEFER, C.E.G.R.; RIBEIRO, A.S. de S.; CORREA, G.R.; NETO, E de L.; SIMAS, F.N.B.; KER, J.C. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E MINERALOGIA DE SOLOS PERFÉRICOS DA SERRA SUL DE CARAJÁS. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*. Páginas 57 – 69, volume 11, número 01, 2016.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 5ª Edição Revisada e Ampliada. 356 páginas 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs> Acesso em 04.04.2024.

SOIL SURVEY STAFF. SOIL TAXONOMY: KEYS TO SOIL TAXONOMY. 11ª edição, Washington: DC, USDA Natural Resources Conservation Service, 346 páginas, 2014.

URRA, J.; ALKORTA, I.; GARBISU, C. POTENTIAL BENEFITS AND RISKS FOR SOIL HEALTH DERIVED FROM THE USE OF ORGANIC AMENDMENTS IN AGRICULTURE. *Agronomy*, Volume 9, Número 9, Página 542, 2019.

Capítulo 3



10.37423/240809250

GEOLOGIA E SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, NO NORDESTE DO BRASIL

Márcia Helena Galina Dompieri

Embrapa



A FORMAÇÃO BARREIRAS E OS TABULEIROS COSTEIROS

Dos fatores de formação dos solos, o material de origem das rochas é o componente principal, em função dos processos de desagregação e decomposição, além da influência da dinâmica da atmosfera e dos oceanos. O desconhecimento do processo de formação desse material pode levar a interpretações equivocadas ou mascarar a gênese de determinadas características dos solos (NUNES et al., 2011).

A evolução da paisagem Cenozóica do litoral brasileiro é complexa e envolve processos de soerguimento e erosão de áreas distantes da costa, associada com a deposição de sedimentos carbonáticos e siliciclásticos, gerados pela fragmentação das rochas pré-existentes na superfície, sujeitas a intemperismo (ROSSETI et al., 2013).

Estudos indicam que áreas da costa brasileira teriam sofrido subsidência de algumas dezenas de metros há 25 e 16 milhões de anos, em razão de tectonismos. Embora, nesse período, os oceanos ainda não tivessem atingido seu pico de alta global, o rebaixamento do relevo em trechos do litoral do Norte e do Nordeste abriu caminho para a entrada de material vindo do mar, pois criou bacias propícias para receber e armazenar sedimentos trazidos pelo Atlântico. Dessa forma, a subida do nível do oceano em trechos da costa brasileira resultou na deposição de sedimentos que deram origem às Formações Barreiras e Pirabas, esta última ligeiramente mais antiga e de menor extensão. Há 15 e 10 milhões de anos, quando houve o pico de elevação global do nível dos oceanos, a atividade sísmica teria produzido justamente o efeito contrário sobre o relevo da costa brasileira, pois ampla faixa do litoral do Norte e Nordeste do Brasil, que até então se encontrava coberta pelo mar, emergiu e ficou exposta à erosão e ao retrabalhamento no Quaternário, tornando-se um lugar favorável ao crescimento de vegetação (ARAI, 2006; ROSSETTI et al., 2013).

Os aspectos deposicionais (ambientes, sistemas, fácies sedimentares e características estratigráficas) da Formação Pirabas e Barreiras têm sido alvo de investigação em vários estados costeiros, como na Bahia (VILLAS BOAS et al., 2001), no Pará e Maranhão (ROSSETI, 2006), no Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo (MORAIS et al., 2006; SANTOS et al., 2006), no Rio Grande do Norte (ARAÚJO, 2006) e ao longo de toda costa da Região Nordeste (ROSSETTI et al., 2013).

A Formação Pirabas é exposta apenas ao longo da margem equatorial e composta por carbonato misto e depósitos siliciclásticos, tornou-se bastante estudada em função do seu conteúdo fóssil abundante e diversificado, incluindo macro e microinvertebrados e flora (ROSSETI et al., 2013, Figura 3).

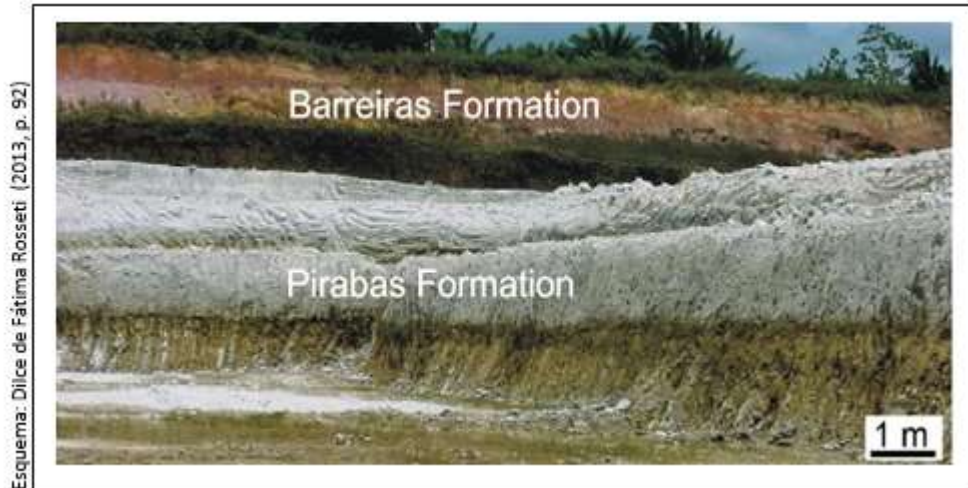


Figura 1- Depósitos siliclásticos e carbonáticos mistos da Formação Pirabas sobrepostos pelos depósitos siliclásticos da Formação Barreiras.

Já a Formação Barreiras ocorre a partir da latitude 2°N até 22°S (Figura 4) possui como maior representante os Tabuleiros Costeiros e representa o volume mais extenso de estratos do Mioceno ao longo da costa brasileira. É composta principalmente por arenitos, argilitos, depósitos e heterolíticos conglomerados. Possui camadas de areia e argila que se estendem por mais de cinco mil quilômetros ao longo da costa, do Amapá até o Rio de Janeiro. Devido à sua composição, pobre em carbonatos, e ao intemperismo característico da região tropical, a Formação Barreiras tende a não conservar um bom registro fóssil de animais que ali viveram no passado remoto, fato que dificulta a datação, porém há alusão à presença de icnofósseis (evidências indiretas da presença de organismos, como rastros, tocas ou pegadas) além de análises palinológicas que confirmam a origem típica de ambientes marinhos ou de água salobra (ROSSETI et al., 2013).

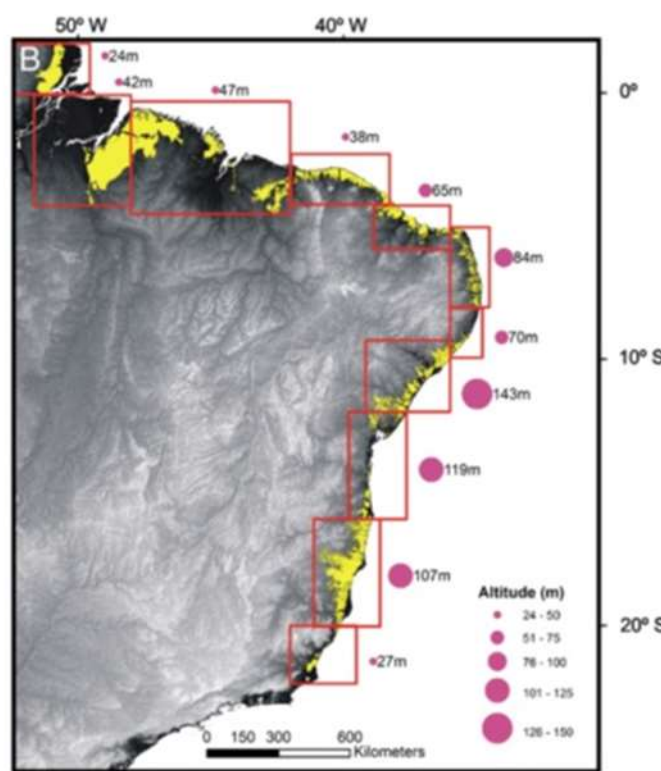


Figura 2- Distribuição de estratos do Oligo-Mioceno e Mioceno ao longo a margem continental do Brasil com as respectivas altitudes.

As altitudes máximas da Formação Barreiras, segundo os autores, estão próximas de 200 m, nas quais os depósitos do Mioceno e do Quaternário formam as principais unidades, mostram fraca resistência à erosão e afloram principalmente ao longo numerosas falésias costeiras descontínuas de até 50 m, bem como ao longo de vales de rios, cortes de estradas e pedreiras (Figura 5). Os Tabuleiros Costeiros foram referenciados como unidade geomorfológica cujos contornos coincidiam com os limites dos sedimentos da Formação Barreiras pelo Projeto Radambrasil (BRASIL, 1981).





Figura 3- Formação Barreiras coberta por sedimentos quaternários – Tabuleiros Costeiros no primeiro plano e o Embasamento Cristalino no segundo plano.

O desenvolvimento desse paleossolo continuou durante um intervalo de tempo prolongado que se estendeu até ao final do Quaternário, quando nova deposição de sedimentos foi renovada com a acumulação dos sedimentos pós-Barreiras. Isso indica que o processo deposicional que originou a Formação Barreiras se deu na segunda metade do Mioceno e continuou até 16-17 milhões de anos. Porém, a falta de análise sedimentológica e estratigráfica, somada ao forte intemperismo tropical que oblitera parte das estruturas sedimentares contribuiu para interpretações paleoambientais errôneas. Segundo Rosseti (2013), esse viés levou à inclusão de diversos estratos pós-Mioceno dentro da Formação Barreiras.

Os indícios de que a costa brasileira não está situada numa região geológica totalmente estável tem sido o apontamento de vários estudiosos dessa formação, os quais afirmam que o neotectonismo tem sido um dos principais agentes controladores da morfologia do relevo na área dos Tabuleiros Costeiros, cujas evidências se dão pela ocorrência da sucessão entre *grabens* e *horst* controlando processo de dissecação fluvial, pelo padrão paralelo-subparalelo dos rios de maior porte, pelo basculamento de blocos, pela ocorrência de vales largos e profundos com talwegues chatos (BRASIL, 1981; COSTA-JUNIOR, 2008; FORTUNATO, 2004; NUNES, 2011; SAADI et al, 2001; SAADI, 2000; TRICART; SILVA, 1968).

Saadi (2000, p. 52) mostra as evidências da neotectônica no baixo Vale do Rio Jucuruçu (Figura 6), por conta de vários fatores, tais como a retilinearidade do vale largo com vertentes escarpadas, talhadas em sedimentos pliocênicos; a drenagem apresenta direções centrífugas com relação ao vale,

indicando o basculamento das porções; ademais a confluência dos braços sul e norte do rio Jucuruçu parece configurar uma estrutura de junção tríplice.

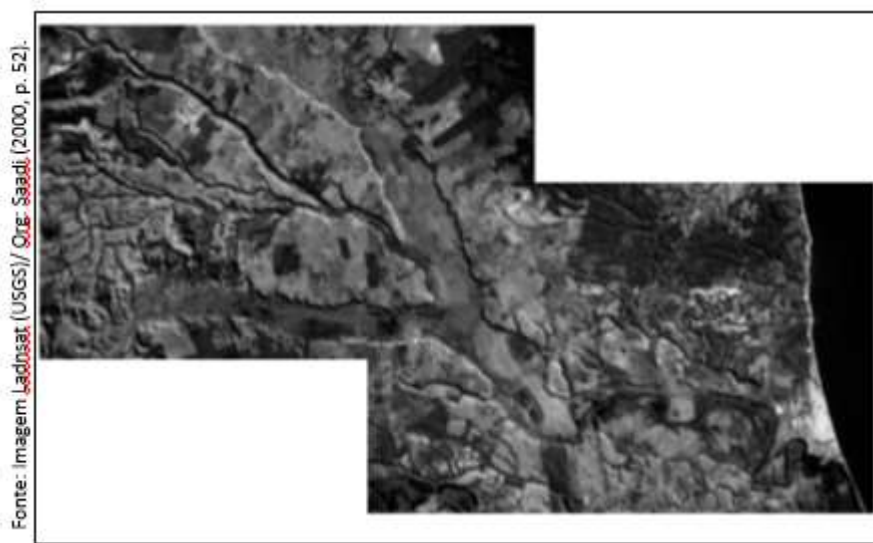


Figura 4- Imagem Landsat do baixo vale do rio Jucuruçu (BA).

A influência do neotectonismo e das condições climáticas na forma do relevo da Região Nordeste é tratada em diversos trabalhos ao longo de décadas, como os de Ab'Saber (1956); King (1956); Tricart, (1959); Silva (1968); Martin (1976); Salin et al. (1979); Queiroz, et al. (1985); Torquato (1992); Saadi (1993), Saadi; Suguio; Torres, et al. (1990); Tricart; Furrier et al. (2006); Lima et al. (2006). Da mesma forma, estudos indicam a posição de testemunho da Formação Barreiras como um dos eventos de separação do continente sul-americano do africano, dados os processos de sedimentação e de feições geomorfológicas semelhantes em ambos continentes (SAADI, 1993; SUGUIO; NOGUEIRA, 1999; TRICART; CARDOSO, 1968).

Por fim, vale ressaltar que a evolução dos solos dos Tabuleiros está relacionada ao seu material de origem sedimentar. Nesse sentido, Nunes et al. (2011) chamam a atenção para a relação entre a gênese dos horizontes coesos com os diamictitos, arenitos lamosos ou argilitos. Os autores também aludem aos duripãs ou fragipãs, comumente descritos e interpretados como oriundos de processos pedogenéticos, como possíveis diamictitos cimentados ou duricrusts, presentes nas diferentes unidades da Formação Barreiras, como forma de incentivar o aprofundamento de outras vertentes no estudo da origem da coesão nos solos dos Tabuleiros Costeiros.

SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS

Na área de domínio dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Nordeste ocorre clima tropical que varia de úmido a subúmido, com regime de chuvas bastante distinto em função da localização da área ao longo da costa. A média da precipitação varia de 900 mm a 2000 mm. Na Baixada Litorânea, o potencial de água de superfície é muito alto, com rios desaguardando em estuários e formando um sistema bastante intrincado de circulação (TAVARES et al., 1998; SILVA et al., 2000).

Como resposta à ocorrência diferenciada do clima, relevo e solos ao longo da costa brasileira, constata-se a ocorrência do bioma Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado (Figura 1A). A vegetação nativa varia de Floresta Ombrófila Densa à Floresta Caducifólia. Na Baixada Litorânea (Figura 1B), associados ao bioma Mata Atlântica, tem-se os ecossistemas de restingas, dunas, apicuns e manguezais (SILVA et al., 2000; ZAAL, 2013).

No entanto, a situação de proximidade com os grandes mercados consumidores do litoral do Nordeste e o relevo pouco dissecado da maior parte do ambiente dos Tabuleiros Costeiros impôs muita pressão ao uso e ocupação antrópica, culminando com a retirada da maior parte da vegetação nativa e sua substituição por atividades ligadas à agropecuária, seja para subsistência ou para a produção em larga escala. Dentre os principais cultivos da área destacam-se, principalmente, pastagens, cana-de-açúcar, mandioca, citros, coco, caju, cacau, mamão, abacaxi, dendê, fumo, eucalipto, dentre outras (CINTRA, 1997; SILVA et al., 2000; SOUZA et al., 2004; CINTRA, 2004; MOREAU et al., 2006; COSTA et al., 2009).

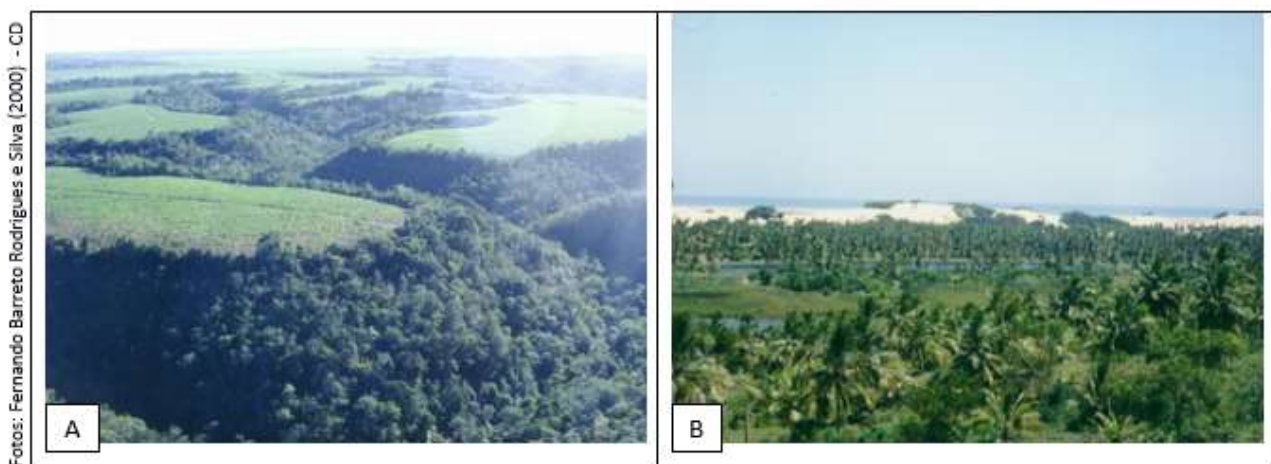


Figura 5- A: Vista do relevo do ambiente dos Tabuleiros Costeiros. B: Terras da Baixada Litorânea.

Em função da atividade agropecuária, a análise dos solos dos Tabuleiros Costeiros passou a ser prática comum. Características particulares desses solos passaram a ser apontadas por inúmeros trabalhos,

sendo a principal delas a questão dos horizontes subsuperficiais coesos, associados ao baixo teor de Fe, Si e Al. O solo coeso é entendido como horizonte pedogenético, adensado, muito duro ou extremamente duro quando seco e normalmente friável quando úmido; uma amostra úmida pressionada deforma-se lentamente e não se rompe subitamente em fragmentos menores, como no caso dos fragipãs (CAMARGO, 1958; JACOMINE, 2001).

Jacomine et al. (1973, 1975, 1977 e 1979), por meio de ações de parceria entre a Embrapa e a Sudene, realizaram inúmeras análises de solo na região Nordeste do Brasil e constataram que a maior coesão ocorre nos horizontes AB (A3) e BA (B1); observaram que quando o solo apresentava B textural, a coesão atingia o Bt1, e, por vezes, até o Bt2; de 30 cm até 1 m de profundidade.

Moreau et al. (2006) avaliaram os possíveis mecanismos físicos, químicos e mineralógicos que ocasionam o endurecimento em horizonte coeso, fragipã e duripã, por meio de amostras de solos em duas topossequências e concluíram que os mecanismos de endurecimento para horizonte coeso, fragipã e duripã foram distintos, pois os teores de Fe, Si e Al foram bastante baixos nos solos com presença de horizonte coeso; por outro lado, no solo com fragipã e duripã, os teores de Si e Al foram elevados, indicando a participação desses elementos como agentes cimentantes.

Além das pesquisas de solo no topo dos Tabuleiros Costeiros, há também estudos que contemplam área de depressões, como o de Silva (2012), que promoveu a caracterização morfológica, física, química e mineralógica de perfis de solos da Formação Barreiras associados às depressões de topo dos Tabuleiros Costeiros em Alagoas, Sergipe e Bahia, colaborando para a compreensão dos processos de formação desses solos associados às depressões em regiões tropicais.

Resultados de pesquisas realizadas ao norte da faixa costeira de Pernambuco já indicavam que a utilização agrícola desses solos tornava-se limitada pelas condições físicas do subsolo e destacaram a diminuição da aeração e a baixa permeabilidade, em decorrência do adensamento que limita a penetração das raízes das plantas (JACOMINE, 1974; PANOSO, 1976).

Em Umbaúba, SE, na análise da disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros, Cintra (1997) destacou que a presença de uma camada adensada próxima da superfície do solo associada ao regime climático característico da área estudada, promoveu importantes alterações no potencial de água e na aeração do solo, com graves reflexos na dinâmica da água e no desenvolvimento do sistema radicular dos citros.

Cintra et al. (2009) também avaliaram o efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos Tabuleiros Costeiros na produção de coqueiro, concluindo que as camadas coesas são um dos principais entraves para essa produção, tanto em função das alterações que causam no movimento de água e ar no solo quanto pelo aumento que promovem na resistência mecânica à penetração das raízes, dessa forma, o acesso ao lençol freático é dificultado (Figura 2).

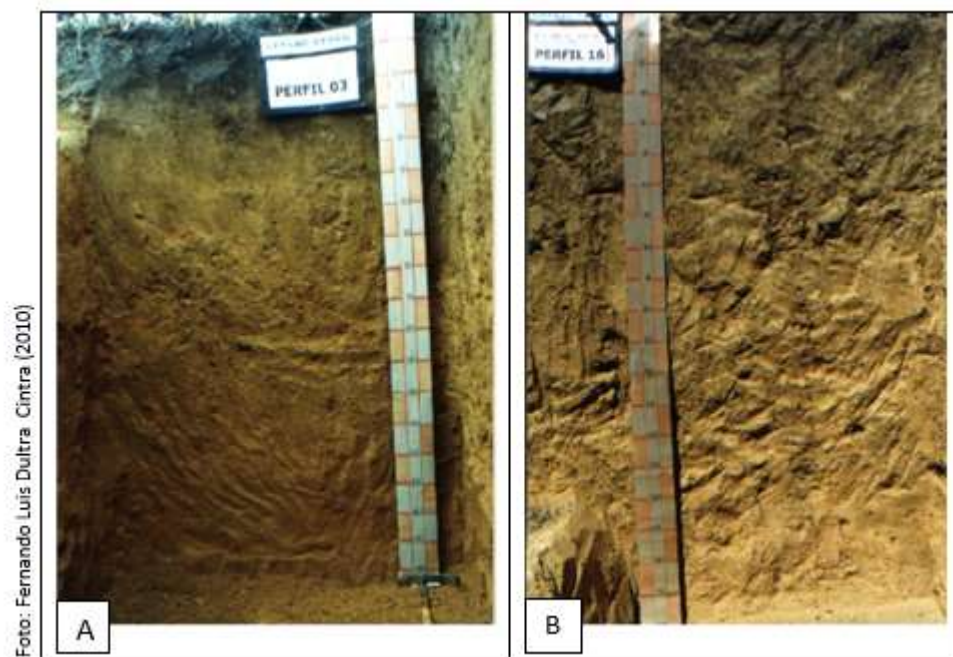


Figura 6- A: Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo, Extremo Sul da Bahia. B: Perfil de Latossolo Amarelo Álico Coeso, São Miguel dos Campos, AL.

Em Alagoas, foi identificada a ocorrência generalizada de argila translocada em todos os perfis, mais acentuada nos solos Podzólicos quando comparado aos Latossolos (BARREIRA, 1986 apud JACOMINE, 2001, p. 26). Ainda em Alagoas, estudos identificaram um adensamento pedogenético acelerado pelas técnicas de cultivo da cana-de-açúcar, em função do preenchimento de poros com argila iluvial, aumento da densidade global, redução da macroporosidade e da porosidade total nos perfis cultivados (SILVA, 1998; MAIA, 2004). Farias et al. (2013) identificaram que o revolvimento do solo aumentou o intervalo hídrico ótimo dos horizontes AB e Bt em comparação com o solo de estrutura preservada, cultivado com cana-de-açúcar.

Estudos sobre a morfologia de Argissolos e Latossolos em área de Tabuleiros Costeiros, em Alagoas, constataram a presença de horizontes com caráter coeso tanto em áreas sob vegetação nativa quanto sob cultivo (LIMA NETO et al., 2009). Segundo análises de Pacheco (2011), o teor de matéria orgânica e a estabilidade de agregados em água apresentaram efeito direto sobre as variações da pressão de

pré-compactação e resistência à penetração; neste estudo o autor constatou que a mata apresentou maior teor de matéria orgânica, maior porcentagem de agregados estáveis e maior compressibilidade, em relação às áreas cultivadas.

Santos (1992) analisou o efeito da subsolagem mecânica sobre a estrutura de um Latossolo Amarelo Álico coeso de Tabuleiro Costeiro, no município de Cruz das Almas (BA), e concluiu que o tipo de haste subsoladora, devido ao espaçamento utilizado, não foi capaz de provocar tensões de cisalhamento nas entrelinhas, exceto quando subsolado a 100 cm de profundidade. Resende (2000) também mencionou subsoladores para contornar o problema da coesão destacando o aumento da macroporosidade, diminuição da resistência do solo à penetração e aumento da taxa de infiltração. Além das práticas mecânicas, a rotação com plantas de cobertura e a incorporação de material orgânico em profundidade são práticas de manejo bastante persistentes (CINTRA et al. 2006, Barreto et al., 2014).

Mello Ivo (2012) identificou estoques de carbono orgânico em Argissolos de Tabuleiro (até 1m de profundidade), com valores variando de 259,2 Mg ha⁻¹, sob mata, até 147,5 Mg ha⁻¹, sob cana queimada, depois de 35 anos de cultivo, com taxa de perda anual de carbono de 3,0% ($k=0,030 \text{ ano}^{-1}$) para os primeiros 20 cm do solo e de 1,9% ($k=0,019 \text{ ano}^{-1}$) para todo o perfil.

Portanto, nota-se que o manejo inadequado desses solos causa impactos no comportamento mecânico e perda da fertilidade natural, com ênfase na redução do carbono, que deve se traduzir nas emissões de gases de efeito estufa.

O grande desafio que parece impulsionar as pesquisas dos solos nos Tabuleiros Costeiros concentra-se na questão de como intervir nesse sistema de forma sustentável, ou seja, gerar maior produtividade, contornando o problema da coesão, sem desencadear sua degradação.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Significado geomorfológico da rede hidrográfica do Nordeste Oriental brasileiro. *Notícia Geomorfológica*, n. 2, p. 35-40, 1956.
- ARAI, M. A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP, Série Científica*, São Paulo, v. 6, n. 2, out. 2006. Disponível em <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 24 jun. 2015.
- ARAÚJO, V. D.; LIMA, R. O.; PELOSI, A. P. M. R.; MENEZES, L.; CÓRDOBA, V. C.; LIMA-FILHO, F. P. Fácies e sistema deposicional da Formação Barreiras na região da Barreira do Inferno, litoral oriental do Rio Grande do Norte. *Geologia USP, Série Científica*, São Paulo, v. 6, n. 2, out. 2006. Disponível em <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300006&lng=pt&nrm=iso> Acesso em 24 jun. 2015.
- BARREIRA, D. Tableland soils of North-Eastern Brazil: characterization, genesis and classification. State University of Ghent. 1986. PhD Thesis. Faculty of Science Ghent, Belgium, 1986.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; ANJOS, J. L.; IVO, W. M. P. de M.; CINTRA, F. L. D. Adubação verde na ecorregião dos tabuleiros costeiros. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2 p. 311-341
- CINTRA, F. L. D. Disponibilidade de água no solo para porta-enxerto de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. 1997. 90 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997.
- CINTRA, F. L. D.; PORTELA, J. C.; NOGUEIRA, L. C. Caracterização física e hídrica em solos dos Tabuleiros Costeiros no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 45-50, Abril. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662004000100007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 22 mar. 2015
- COSTA O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; NACIF P.G. S.; FARIA, J. C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no sul da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 05, p. 1137-1145, 2009.
- COSTA JÚNIOR, M. P. Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos leques aluviais pleistocênicos no litoral norte da Bahia, município de Conde. 247 p. 2008. Tese (Doutorado em Geologia Costeira e Sedimentar) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.
- FARIAS, I. L.; PACHECO, E. P.; VIEGAS, P. R. A. Characterisation of the optimal hydric interval for a Yellow Argisol cultivated with sugarcane on the coastal plains of Alagoas, Brazil. *Revista de Ciências Agrônômicas*, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 669-675, Dec. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902013000400002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 27 jul. de 2015.

FORTUNATO, F. F. Sistemas pedológicos nos Tabuleiros Costeiros do litoral norte do estado da Bahia: uma evolução controlada por duricrostas preexistentes, neotectônica e mudanças paleoclimáticas do Quaternário. 266 f. 2004. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

FURRIER, M.; ARAUJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia e tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba. Geologia USP, Série Científica, São Paulo, v. 6, n. 2, out. 2006. Disponível em <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 24 jun. 2015.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Rio de Janeiro: MA-DPP, 1973. 2 v. (Brasil. Ministério da Agricultura-DPP-DNPEA. Boletim Técnico, 26; DRN-SUDENE. Pedologia, 14). Mapa color., escala 1:600.000.

JACOMINE, P. K. T. Fragipãs em Solos de Tabuleiros: Características, gênese e implicações no uso agrícola. 85 p, 1974 (Livre Docência), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1974

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; PESSOA, S. C. P., SILVEIRA, C. O. S. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Alagoas. Recife: EMBRAPA-CPP, 1975. 532p. (EMBRAPA-CPP. Boletim Técnico, 35; SUDENE-DRN. Recursos de Solos, 5). Acompanha mapa color. escala 1:400.000.

CAMARGO, F.C. de; BRAMAIO, L.; PAVAGEAU, M.; RAMOS, F.; MENDES, W. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal (contribuição a carta de solos do Brasil). Rio de Janeiro: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1958. 350 p. (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, Boletim 11; Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos). Mapa escala 1:400.000.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. B. R.; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. R. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco estado da Bahia. Recife: EMBRAPA-SNLCS; SUDENE-DRN, 1977/1979. 2 v. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 52; SUDENE-DRN. Recursos de Solos, 10). Mapa color. em 02 folhas, escala 1:1.000.000.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: Workshop coesão em solos dos Tabuleiros Costeiros, 2, 2001, Aracaju, Sergipe. Anais... Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001, p. 19-46.

KING, L. Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geologia, 18, v. 2, p. 147-266, 1956

LIMA, C. C. U.; BOAS, G. S. V.; BEZERRA, F. H. R. Faciologia e análise tectônica preliminar da Formação Barreiras no litoral sul do estado da Bahia, Brasil. Geologia USP, Série científica, São Paulo, v. 6, n. 2, out. 2006. Disponível em <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300009&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 24 jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.5327/S1519-874X2006000300009>.

LIMA NETO, José de Almeida et al. Caracterização e gênese do caráter coeso em latossolos amarelos e argissolos dos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas. Revista Brasileira em Ciências do Solo, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1001-1011, Aug. 2009. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000400024&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 18 Ag. 2015.

MAIA, J.L.T.; RIBEIRO, M.R. Propriedades de um Argissolo Amarelo fragipânico de Alagoas sob cultivo contínuo da cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 1, p. 79-87, jan. 2004.

MELLO IVO, W. M. P. Dinâmica da matéria orgânica em áreas de produção de cana-de-açúcar colhida crua e queimada, no Nordeste do Brasil. 2012. 143 f. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

MORAIS, R. M. O.; COSTA, F.O. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro. Geologia USP, Série científica, São Paulo, v. 6, n. 2, out. 2006. Disponível em

<http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 24 jun. 2015.

MOREAU, A. M. S. S. et al. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n. 6, p. 1021-1030, 2006

NOGUEIRA, F. C. C.; BEZERRA, F. H. R.; CASTRO, D. L. Deformação rúptil em depósitos da Formação Barreiras na porção leste da Bacia Potiguar. Geologia USP, Série científica, São Paulo, v. 6, n. 2, out. 2006. Disponível em <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 24 jun. 2015.

NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; VILAS BOAS, G.S. Grupo Barreiras : características, gênese e evidências de neotectonismo. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. 31 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 194). Disponível em: < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes>>. Acesso em 21 dez. 2014.

PACHECO, E. P.; CANTALICE, J. R. B. Análise de trilha no estudo dos efeitos de atributos físicos e matéria orgânica sobre a compressibilidade e resistência a penetração de um argissolo cultivado com cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, p. 417-428, 2011.

PANOSO, A. Latossolo Vermelho-Amarelo de Tabuleiro do Espírito Santo: Formação, características e classificação, 1976, 116 p. (Livro Docência). Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1976.

QUEIROZ, M. A., MACEDO, J. W. P; RODY C., ARAUJO, T.C.M. Contribuição da geofísica ao mapeamento geológico da área de Canguaretama, Boletim 10, p. 58-67, UFRN:RN, 1985.

RADAMBRASIL. FOLHA SB.23/24 JAGUARIBE/NATAL: Geologia, Geomorfologia. Rio de Janeiro, 1981.

RESENDE, J. Solos coesos dos Tabuleiros Costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI-spa, Série Estudos Agrícolas, 1, 2000.

ROSSETTI, D. F. Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão. Geologia USP, Série científica, São Paulo, v. 6, n. 2, out. 2006. Disponível em <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300003&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 24 jun. 2015.

ROSSETI, D. F., BEZERRA, F. H. R., DOMINGUES J. M. L. Late Oligocene–Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil, *Earth-Science Reviews*, Volume 123, August 2013, p. 87-112. Disponível em: ISSN 0012-8252, Modo de Acesso:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825213000792>>. Acesso em 20 mar. de 2015

SAADI, A.; TORQUATO, J.R. Contribuição à Neotectônica do Estado do Ceará. *Revista Geologia UFC*, v. 5, p 1-38, 1992

SAADI, A. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Geonomos, Revista de Geociências da UFMG. Belo Horizonte*. v 1, n 1, p 1-15, 1993. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/233/212>. Acesso em: 24 jun. 2015.

SAADI, A. Neotectônica da área dos tabuleiros do sul da Bahia. In: *Projeto Porto Seguro - Santa Cruz Cabralia- programa informações para gestão territorial*. Salvador: CPRM: CBPM: SEAGRI-DDF, 2000. Vol. Geologia, 2000. p. 40-55. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/ps/geo>. Acesso em 18 mai 2015.

SAADI, A.; BEZERRA, F. H. R. ; AMARO, V. E.; FINZI, C. V. Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, London-UK, v. 14, p. 61-75, 2001.

SALIN J.; LIMA, M.S.; MABESSONE, J.M. Vales estruturais no litoral leste do Rio Grande do Norte. *Boletim do Núcleo de Geologia do Nordeste*, v. 4, p. 41-47, 1979

SANTOS, D.M.B. Efeitos da subsolagem mecânica sobre a estrutura de um solo de tabuleiro (Latosolo Amarelo álico coeso) no município de Cruz das Almas-Bahia. 87 f. 1992. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SANTOS, P. F. Estudo de depósitos da Formação Barreiras com base em reflexão por ondas de radar. *Geologia USP, Série científica, São Paulo*, v. 6, n. 2, out. 2006 . Disponível em <http://papego.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-874X2006000300005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 24 jun. 2015.

SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de um latossolo amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: propriedades químicas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 291-299, June 1998. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06831998000200015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 27 ago. 2015

SILVA, F. B. R.; SANTOS, J.C.P.; SOUZA NETO, N. C.; SILVA, A .B. da; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; CORREIA, R. C.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, F. H. B da; SOUZA, L. de G.M.C.; SILVA, C.P.; LEITE, A.P.; OLIVEIRA NETO, M.B. Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil: Diagnostico e Prognostico. Recife: Embrapa Solos, Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2000. 1 CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 14).

SILVA, E. A.; GOMES, J. B. V., ARAÚJO FILHO, J. C., VIDAL-TORRADO, P., COOPER, M., CURI, N. Morphology, mineralogy and micromorphology of soils associated to summit depressions of the

Northeastern Brazilian Coastal Plains. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 36, n. 5, p. 507-517, Oct. 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542012000500003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 Ago. 2015.

SOUZA, L. D.; RIBEIRO, L. S., SOUZA, L. S., LEDO, C. A. S., CUNHA SOBRINHO, A. P. Distribuição das raízes dos citros em função da profundidade da cova de plantio em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 87-91, Abril de 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452006000100025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2015

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Brazilian Coastline Quaternary formations – the states of São Paulo and Bahia Litoral zone evolutive schemes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48, p. 325-334, 1976

SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. *Revista Geociências*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 461-479, 1999.

TAVARES, E. D. ; MOTA, D. M. da ; BARRETO, A. C. ; NOGUEIRA, L. R. Q. ; SIQUEIRA, E. R. de ; SILVA, A. A. G. . Prospecção de demandas para os tabuleiros costeiros da região Nordeste. In: Antonio Maria Gomes de Castro; Suzana Maria Valle Lima; Wenceslau J. Goedert; Antonio de Freitas Filho; Jose Raimundo Pereira Vasconcelos. (Org.) *Cadeias Produtivas e Sistemas Naturais. Prospecção Tecnológica*. 1 ed., Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-DPD, 1998, v. , p. 557-564.

TORRES, H.H.F.; BARBOSA, A.G.; BRAGA, A.P.G.; GALLARDO, C.; SATO, E.Y.; MENDONÇA, J.C.S Projeto João Câmara – estudos de neotectônica na Bacia Potiguar e adjacências. Recife, Convênio DNPM/CPRM, 1990

TRICART, J. As zonas morfoclimáticas do Nordeste Brasileiro, *Notícia Geomorfológica*, v. 6/7, p. 17-25, 1959

TRICART, J.; CARDOSO DA SILVA, T. Estudos de geomorfologia da Bahia e Sergipe. Publicação da Fundação para o desenvolvimento da Ciência na Bahia, 167 p. 1968

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M.H. Geossistemas. *Revista Mercator*, ano 5, n. 10, p. 79-89, 2006

VILAS BOAS, GERALDO S.; SAMPAIO, FLÁVIO J.; PEREIRA, ANTONIO M. S. The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro , v. 73, n. 3, p. 417-427, Sept. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652001000300010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 jun. 2015.

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO ESTADO DE ALAGOAS. (ZAAL) Relatório técnico. Recife, PE: Embrapa Solos - UEP Recife; Maceió, AL: Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Agrário de Alagoas, 2013. Convênio SEAGRI-AL/ Embrapa Solos nº 10200.09/0134-5. Acompanha mapas e DVD.

Capítulo 4



10.37423/240809264

ECO-INOVAÇÃO NA GESTÃO CORPORATIVA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Ricardo Guimarães de Queiroz

Universidade Federal da Grande Dourados

Regio Marcio Toesca Gimenes

Universidade Federal da Grande Dourados



Resumo: Nas últimas décadas, empresas vem adotando práticas de eco-inovação, integrando-as a suas estratégias corporativas para melhorar sua competitividade. Na perspectiva econômica, as empresas necessitam realizar vários ajustes em seu planejamento além da realização de investimentos financeiros, para se adequar as eco-inovações com o intuito de melhorar seu desenvolvimento econômico, social e ambiental. O objetivo deste trabalho foi conhecer o tema mediante o levantamento do seu estado da arte realizando o levantamento crítico sobre a eco-inovação e a gestão corporativa. Utilizou-se o método da revisão sistemática da literatura para a realização da análise quantitativa e qualitativa sobre o tema. Primeiramente este estudo selecionou 110 artigos acerca da eco-inovação e da gestão corporativa durante o período de 2011 a 2020. Após a aplicação do protocolo de pesquisa, 36 artigos foram selecionados e analisados minuciosamente para compor os resultados desta pesquisa. Os resultados nos propiciaram mapear o estado da arte sobre a eco-inovação e a gestão corporativa, analisando suas principais contribuições através da síntese dos pontos positivos e negativos encontrados nos artigos, destacando assim, alguns pontos como a melhoria no desempenho empresarial, a redução dos impactos ambientais, a valorização das empresas e as relações positivas com o capital social e com a melhor utilização dos investimentos financeiros, nas empresas que adotaram algum tipo de prática eco-inovadora.

Palavras-chave: Inovação sustentável; Capacidade de inovação; Impacto ambiental; Gestão do agronegócio.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade, cada vez mais, se preocupa com a sustentabilidade, ou seja, com as questões econômicas, sociais e ambientais como as mudanças climáticas, a poluição e a escassez de recursos. As empresas, em especial as indústrias, são rotuladas como as principais contribuintes para a degradação ambiental. Nas últimas décadas, o debate sobre a importância da empresa gerenciar suas externalidades ambientais e sociais negativas como a poluição ambiental e a violação dos direitos humanos, tem sido amplamente discutido (GALVÃO, 2014). Nesse contexto, as pressões governamentais e de mercado fizeram com que as empresas inovassem na busca de melhorias quanto aos aspectos econômicos e ambientais (HEet al., 2017). Desta forma, a sustentabilidade leva à inovação e se manifesta como alternativa para que as empresas implementem mudanças em sua forma de gestão (NIDUMOLUet al., 2009).

Desde o relatório Brundtland que enfatiza a importância de tecnologias ambientalmente saudáveis (WCED, 1987), um debate sobre a adoção da eco-inovação (EI) surgiu para a sustentabilidade corporativa (KLEIWITZ e HANSEN, 2014). A partir de 2000, a difusão da EI no cenário corporativo, na prática e nas pesquisas, ganharam força (KARAKAYAet al., 2014).

Definir eco-inovação não é uma tarefa fácil, pois ao longo dos anos, surgiram vários conceitos e definições (CARRILLO-HERMOSILLAet al., 2010). Para esta pesquisa adotar-se-á o conceito tradicional de EI proposto por Fussler e James (1996): “a eco-inovação se refere a novos produtos e processos que agregam valor para clientes e empresas, mas diminui significativamente os impactos ambientais”. Contudo, a implementação de ferramentas de gestão socioambientais que modificam e melhoram processos e produtos são vistas como inovações para a sustentabilidade, além de contribuírem para criar novas capacidades que tornem as empresas mais rentáveis, competitivas e eficientes (LOUETTE, 2007).

Existe um consenso entre acadêmicos e profissionais do mercado quanto a necessidade de mudanças na maneira como as práticas de negócios afetam o ambiente onde as empresas operam (FRANCESCHINI e PANSERA, 2015; VIVANCOet al., 2015; LEE e MIN, 2015; SEGARRA-OÑAet al., 2015; LOPEZ e MONTALVO, 2015; CAI e LI, 2018). Esta perspectiva foi articulada em pelo menos 11 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU). Para atingir os ODS são necessárias EI, ou seja, inovações que podem reorganizar os modelos de produção existentes ou pelo menos ajudar a reduzir o impacto ambiental e social que estes modelos causam.

Segundo Jabbour et al. (2015), diferentes soluções são criadas para reduzir o impacto ambiental em várias etapas da cadeia de suprimentos, desde a produção, o consumo até o descarte. As alternativas de gestão corporativa e as políticas públicas desempenham papel importante na aceleração do desenvolvimento e na adoção da EI (DADDiet al., 2016). As empresas vêm adotando práticas de EI integrando-as a suas estratégias corporativas para melhorar sua competitividade. Segundo Cai e Li (2018) a EI fornece valor ao cliente e à empresa contribuindo para o desenvolvimento sustentável, ao mesmo tempo em que reduz custos e impactos ambientais.

Na perspectiva econômica, as empresas necessitam realizar vários ajustes em seu planejamento além da realização de investimentos financeiros, para se adequar às EI, com o intuito de melhorar seu desenvolvimento econômico, social e ambiental. Na última década, as questões sociais e ambientais têm sido tratadas como fator chave para relacionar crescimento econômico e inovação com desenvolvimento sustentável (GALVÃO, 2014).

Atualmente, é sabido que os compromissos com a sustentabilidade, principalmente os esforços com relação às questões sociais e ambientais, agregam valor à marca e à reputação da empresa (HANSENet al., 2009; VITORINO, 2014). Que a eco-inovação representa mudanças e tem impactos positivos em alguns campos é fato (CAI e LI, 2018), contudo questiona-se: Que lacunas de pesquisa existem atualmente e que tendências podem ser promissoras no campo da eco-inovação na gestão corporativa?

Diante deste breve contexto, o objetivo geral desta pesquisa foi conhecer o tema mediante o levantamento do seu estado da arte realizando o levantamento crítico sobre a eco-inovação e a gestão corporativa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Nas últimas décadas, houve um interesse crescente sobre o tema eco-inovação, com a adoção estratégica desse recurso organizacional pelas empresas. No entanto, devido à disponibilidade limitada de dados e teorias que abordam as relações entre negócios, economia e desempenho eco-inovador, muitas discussões sobre o assunto ainda persistem destacando assim a importância de mais pesquisas sobre a EI (SANTOSet al., 2019).

Um dos desafios para a compreensão da EI é a dificuldade em definir de forma absoluta seu conceito (DIAZ-RAINEY e ASHTON, 2015). Portanto, para estabelecer as bases para esta revisão, resumimos as definições e conceituações de EI (Quadro 1) existentes na literatura internacional.

Quadro 1 - Conceitos encontrados na literatura

CONCEITOS	REFERÊNCIAS
ECO-INOVAÇÃO	
“novos produtos e processos que agregam valor ao cliente e ao negócio, mas diminuem significativamente os impactos ambientais”	Fussler e James (1996)
“... atributo adicional das inovações em direção à sustentabilidade, que reduzem a carga ambiental...”	Rennings (2000)
“A inovação ambiental é a inovação que serve para prevenir ou reduzir as cargas antropogênicas sobre o meio ambiente, limpar os danos já causados ou diagnosticar e monitorar os problemas ambientais”	Vinnova (2001)
“a produção, assimilação ou exploração de um produto, processo de produção, serviço ou gestão ou método de negócio que é novo para a organização (que o desenvolve ou adota) e que resulta, ao longo de seu ciclo de vida, na redução do risco ambiental, poluição e outros impactos negativos do uso de recursos (incluindo o uso de energia) em comparação com alternativas relevantes”	Kemp e Pearson (2007)
“Eco-inovação é qualquer forma de inovação que visa um progresso significativo e demonstrável em direção ao objetivo do desenvolvimento sustentável, por meio da redução dos impactos no meio ambiente ou do uso mais eficiente e responsável dos recursos naturais, incluindo a energia”	European Commission (2007)
“significa a criação de produtos, processos, sistemas, serviços e procedimentos novos e com preços competitivos que podem satisfazer as necessidades humanas e trazer qualidade de vida a todas as pessoas com um uso mínimo de recursos naturais em todo o ciclo de vida (materiais, incluindo transportadores de energia, e área de superfície) por unidade de produção, e uma liberação mínima de tóxicos como inovações que são capazes de atrair rendas verdes no mercado”	Reid e Miedzinski (2008)
“... o conceito está intimamente relacionado à competitividade e não reivindica o “verde” de várias inovações. O foco da pesquisa em eco-inovação deve estar no grau em que as questões ambientais estão se integrando ao processo econômico”	Andersen (2008)
CONCEITOS	REFERÊNCIAS
“a produção, assimilação ou exploração de uma novidade em produtos, processos de produção, serviços ou em métodos de gestão e negócios, que visa, ao longo de seu ciclo de vida, prevenir ou reduzir substancialmente o risco ambiental, poluição e outros impactos negativos do uso de recursos (incluindo energia)”	European Commission (2008)
“...inovações com menor impacto ambiental do que alternativas relevantes. As inovações podem ser tecnológicas ou não tecnológicas (organizacionais, institucionais ou de marketing). As eco-inovações podem ser motivadas por considerações econômicas ou ambientais. O primeiro inclui objetivos para reduzir recursos, controle de poluição ou custos de gestão de resíduos, ou para vender no mercado mundial de eco-produtos”	Arundel e Kemp (2009)

“existe a necessidade de um processo de gestão e investimento que facilite o alcance dos objetivos que, em última instância, conduzam a organização à sustentabilidade do negócio”	Bocken et al. (2014)
INOVAÇÃO AMBIENTAL	
“são processos, equipamentos, produtos, técnicas e sistemas de gestão novos e modificados que evitam ou reduzem impactos ambientais nocivos”	Kemp e Arundel (1998), e Rennings e Zwick, (2003)
“como inovações que consistem em processos, práticas, sistemas e produtos novos ou modificados que beneficiam o meio ambiente e assim contribuem para a sustentabilidade ambiental”	Oltra e Saint Jean (2009)
INOVAÇÃO VERDE	
“uma definição bastante pragmática”, afirmando que “não precisa ser desenvolvida com o objetivo de reduzir a carga ambiental. (...) No entanto, produz benefícios ambientais significativos”	Driessen e Hillebrand (2002)
“como inovação de hardware ou software relacionada a produtos ou processos verdes, incluindo a inovação em tecnologias envolvidas na economia de energia, prevenção da poluição, reciclagem de resíduos, projetos de produtos verdes ou gestão ambiental corporativa”	Chen et al. (2006)
INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL	
“como um processo onde as considerações de sustentabilidade (ambiental, social, financeira) são integradas nos sistemas da empresa desde a geração de ideias até a pesquisa e desenvolvimento (P&D) e comercialização. Isso se aplica a produtos, serviços e tecnologias, bem como a novos modelos de negócios e organizações”	Charter e Clark (2007)

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Carrillo-Hermosilla et al. (2010); Aloise e Macke (2017).

Apesar das diferenças de redação, os conceitos abrangem componentes ambientais e econômicos (HUPPESet al., 2008). As conotações de EI consistem em produtos, processos, serviços e práticas de gerenciamentos novos ou modificados para reduzir os impactos ambientais, mantendo o ganho econômico (KEMP e HORBACH, 2007).

Hansen et al., (2009) consideram que a EI contribui para o desenvolvimento do tripé da sustentabilidade, ou seja, responsabilidade ambiental, econômica e social. Além disso, a EI poderia “ir além dos limites organizacionais convencionais da organização inovadora e envolvem arranjos sociais mais amplos que desencadeiam mudanças nas normas socioculturais existentes e estruturas”(CARRILLO-HERMOSILLAet al., 2010).

Com o tempo, a EI tornou-se um conceito relevante para a gestão, porque combina a eficiência econômica associada à economia de recursos e energia, a fim de melhorar a competitividade baseada

na inovação, com foco no desempenho ambiental resultante do “esverdeamento” das práticas de inovação. Esse processo evidencia novos aprendizados, valores e crenças, a incorporação de mecanismos de padronização e controle, como certificações da International Organization for Standardization(ISO), e a busca de novos recursos para as organizações (FOXON e ANDERSON, 2009).

Contudo, a EI deve produzir produtos e serviços com preços competitivos, projetados para atender às necessidades humanas e proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas (REID e MIEDZINSKI, 2008). Segundo Arundel e Kemp (2009) a EI deve abordar inovações institucionais, como mudanças de valores, crenças, conhecimentos, normas, gestão, leis e sistemas de governança, que reduzam os impactos ambientais. Assim, a EI pode ser entendida como um processo de mudança tecnológica e social. Sua aplicação contribui para o desempenho ambiental e torna a sociedade mais sustentável (BOONS e LUDEKE-FREUND, 2013).

Assim, as definições iniciais de EI que se baseavam na "tradicional" inovação com aplicações ambientais, particularmente em termos de redução do impacto ambiental, passaram a englobar também os aspectos econômicos e sociais, ressaltando a capacidade de se desenvolvera EI orientada para a sustentabilidade (TSENG e BUI, 2017).

Essas conceituações de EI são de natureza interdisciplinar, pois envolvem aspectos de diferentes disciplinas, como engenharia, economia e administração. Assim, o termo EI é frequentemente usado de forma equivalente com outros termos, como eco-inovação, inovação ambiental, inovação verde e inovação sustentável, portanto, todos estes termos foram levados em consideração neste estudo durante a revisão sistemática.

As pesquisas voltadas à EI propõem uma visão mais global da sustentabilidade, que inclui uma mudança das funcionalidades necessárias em novos produtos e no seu modelo de negócios (CARRILLO-HERMOSILLA et al., 2010). Isto ocorre porque a sustentabilidade é vista não apenas como um exercício de excelência operacional, mas como uma inovação que requer diferentes dinâmicas organizacionais (VAN OPPEN e BRUGMAN, 2011). Além disso, para alcançar metas sustentáveis, a inovação é um importante mecanismo impulsionado pela contínua necessidade de melhoria da qualidade e por medidas políticas e regulamentações (HALLENGA-BRINK e BREZET, 2005).

Nessa perspectiva, fica explícita a importância do conceito de desenvolvimento sustentável, em seu entendimento geral, de que o meio ambiente e a economia são interdependentes, o que despertou crescente interesse entre os poderes políticos e a sociedade, nos últimos anos. Com a crescente preocupação com a poluição, a indústria adotou cada vez mais uma produção mais limpa,

considerando o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida do produto e integrando estratégias ambientais em seu próprio gerenciamento de sistemas (MACHIBA, 2010).

Essa evolução das iniciativas de manufatura sustentável e a urgência de mudanças levaram à crescente aplicação do termo "inovação" na gestão e nas políticas ambientais (CARRILLHO-HERMOSILLA et al., 2009). Dessa forma, os desafios da sustentabilidade ambiental, além da crescente gama de restrições ambientais enfrentadas pela indústria, transmitem que há uma necessidade urgente de abordagens que possam proporcionar melhorias significativas no desempenho ambiental dos produtos. A EI é uma abordagem com potencial para atender a essa necessidade (O'HARE e McCALOONE, 2014).

Nas últimas décadas, houve um crescimento nas pesquisas científicas, em várias áreas do conhecimento, e em vários países, sobre o tema EI. Santos et al., (2019) realizaram um estudo sobre EI e desempenho empresarial em países emergentes e desenvolvidos com o objetivo de avaliar a estrutura de EI das empresas destes países e a influência da EI no desempenho financeiro das empresas por um período de 2 anos. O estudo revelou que quase todas as variáveis ambientais e sociais de EI eram significativas em suas respectivas dimensões nos países desenvolvidos, enquanto nos países emergentes, apenas duas variáveis ambientais e sociais foram significativas, destacando o estágio mais avançado da EI nos países desenvolvidos.

O estudo de Przychodzen e Przychodzen (2015) teve por objetivo analisar de que maneira a EI afeta o desempenho financeiro em empresas de capital aberto na Polônia e Hungria. Os autores exploraram quatro tipos de EI (produto, processo, mercado e fontes de suprimento) e seu impacto sobre medidores contábeis de desempenho financeiro, utilizando informações públicas das empresas. Os resultados indicaram que as EI geravam maiores retornos sobre ativos e patrimônio líquido das empresas e menor retenção de lucros.

Outro estudo sobre o tema foi realizado por Cai e Li (2018) com o objetivo de investigar a relação entre os fatores determinantes da EI e seu impacto no desempenho das empresas chinesas. Os autores mostraram que a utilização da EI pode melhorar significativamente o desempenho ambiental de uma empresa e isso influencia de forma positiva e indireta o desempenho econômico empresarial.

Desta forma, fica claro nos estudos analisados que a EI tem sido trabalhada e discutida em diversas áreas do conhecimento e de várias formas, pois se trata de um tema atual, interdisciplinar e complexo com dimensões científicas, éticas, econômicas, culturais e políticas, portanto deve ser continuamente trabalhado.

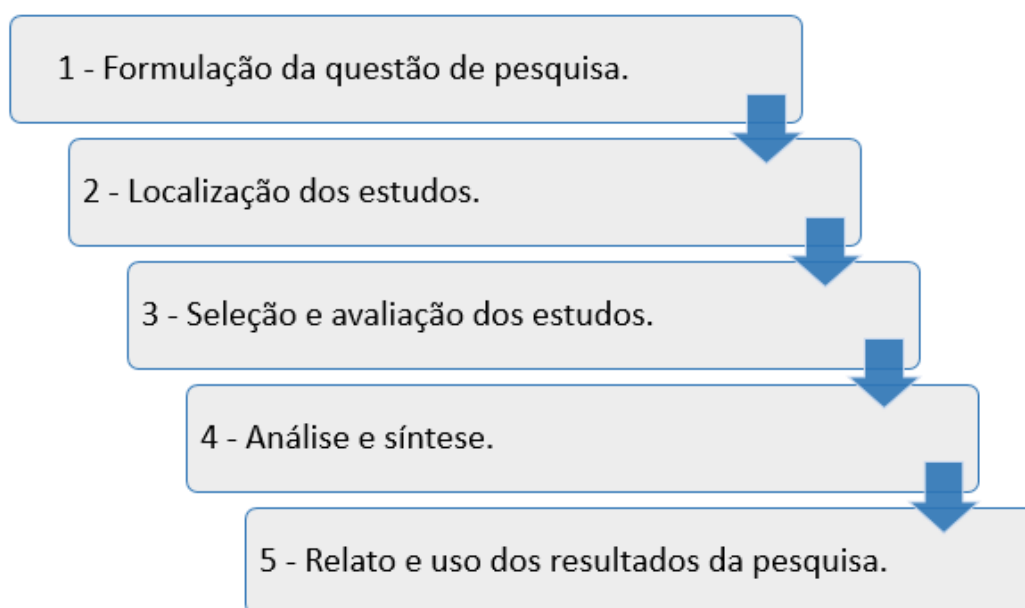
3. MÉTODOS

Este artigo realizou uma apreciação qualitativa e quantitativa sobre a eco-inovação através de uma análise teórico-conceitual e fornece uma revisão sistemática que possibilita conhecer, através da literatura já produzida, o estado da arte sobre o tema.

Segundo Denyer e Tranfield (2009) a revisão sistemática é uma metodologia específica que localiza estudos existentes, seleciona e avalia contribuições, analisa e sintetiza dados e relata as evidências de maneira a permitir conclusões razoavelmente claras sobre o tema. O método usado para mapear e sintetizar o tema específico, fornece um rigor e uma base confiável da revisão da literatura (BIOLCHINet al., 2005; BRERETONet al., 2007).

A metodologia utilizada no desenvolvimento desta revisão sistemática seguiu as cinco etapas propostas por Denyer e Tranfield (2009), apresentadas na Figura1.

Figura 1 - Metodologia da revisão sistemática



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Denyer e Tranfield (2009).

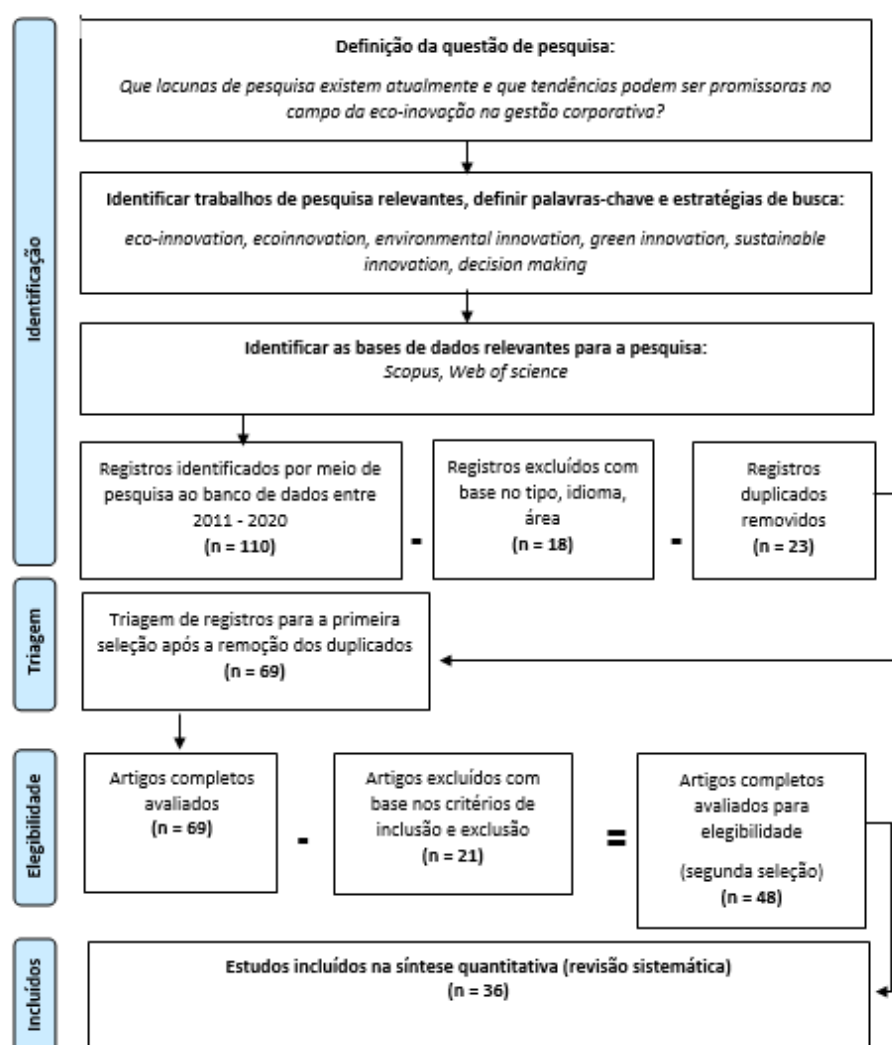
3.1 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE PESQUISA

Uma revisão sistemática se inicia com uma pergunta de pesquisa, clara, objetiva e bem formulada. A pergunta orienta a análise e define quais estudos serão incluídos, qual estratégia de pesquisa deve ser utilizada para identificar os principais estudos e quais dados precisam ser extraídos de cada estudo (COUNSELL, 1997). Este artigo apresentou a questão de pesquisa em sua introdução.

3.2 LOCALIZAÇÃO DOS ESTUDOS

A revisão sistemática começa com a identificação de palavras-chave e os “strings” (termos de pesquisa) que são construídos a partir do estudo de escopo (TRANFIELD et al., 2003). Antes de conduzir a revisão e começar a procurar estudos relevantes, deve ser desenvolvido um protocolo baseado nas perguntas de revisão e que as incorpore (PETTICREW e ROBERTS, 2006). Foi utilizado um protocolo na localização dos estudos (Figura 2), garantindo assim, que a revisão seja sistemática, transparente e replicável, que são os principais recursos de uma revisão sistemática (BRINER e DENYER, 2012). O revisor deve decidir, então, as sequências de busca mais apropriadas para o estudo. O resultado da busca de informações deve ser uma lista completa de artigos e suas principais contribuições nos quais a revisão será baseada (TRANFIELD et al., 2003).

Figura 2 - Revisão sistemática: design do protocolo de pesquisa



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Bossle et al. (2016).

Portanto, os critérios de seleção das fontes foram definidos pelo uso de bancos de dados internacionais, por possuírem maior amplitude e fator de impacto, optando pela utilização do Web of Science e Scopus, iniciando as buscas no dia 18 de fevereiro de 2020. Devido à variedade de contextos e ambiguidades no uso de alguns termos, foram analisados os termos, frequentemente usados na literatura como sinônimos: “ecoinnovation”, “environmental innovation”, “green innovation” e “sustainable innovation” (CARRILLO-HERMOSILLA et al., 2010; SCHIEDERIG et al., 2012; KARAKAYA et al., 2014).

A pesquisa foi realizada através do título, do abstract e das palavras-chave utilizando os seguintes “strings” de busca: "eco-innovation*" AND "decision making*" OR "ecoinnovation* AND decision making*" OR "environmental innovation* AND decision making*" OR "green innovation* AND decision making*" OR "sustainable innovation* AND decision making*".

No primeiro momento, com o intuito de refinar as buscas, estabeleceu-se três critérios de refinamento (filtros) como forma de limitar o tamanho da amostra, sendo eles: ano (2011-2020), idioma (inglês), tipo de publicação (artigos e revisões).

3.3 SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS

Para que o processo transcorra de forma transparente, um conjunto de critérios de seleção, explícitos, foram utilizados para avaliar a relevância de cada estudo encontrado, com a intenção de verificar se ele realmente trata da questão central da revisão. Decisões detalhadas, com precisão, são registradas especificando a base na qual as fontes de informação foram incluídas e excluídas (DENYER e TRANFIELD, 2009). Seguindo essa lógica, os principais critérios utilizados neste trabalho para selecionar e avaliar os estudos foram:

- Critérios de inclusão: foram selecionados artigos que apresentavam e descreviam eco-inovação e gestão corporativa; que demonstravam técnicas de análise da eco-inovação na criação de valor das empresas; que citavam eco-inovação aliada às formas de investimentos empresariais e que citavam a relação entre eco-inovação e tomada de decisão.
- Critérios de exclusão: foram excluídos artigos que não apresentavam descrição da eco-inovação em seu contexto; que apresentavam modelagens ou técnicas voltadas às áreas de energias, impactos ambientais, engenharia logística e áreas que não estavam diretamente ligadas à questão de pesquisa deste estudo; quando não foi possível encontrar o “full paper” do artigo.

O processo de seleção dos artigos iniciou-se com os “strings” de busca (descritos no subitem 3.2) encontrando-se o número total de 110 artigos, destes, 52 artigos correspondem a base de dados Scopus e 58 da Web of Science (Figura2). Posteriormente, após a aplicação do primeiro filtro utilizado no processo de seleção, foram selecionados apenas artigos e revisões, na língua inglesa e nas áreas de pesquisa relacionadas com os objetivos deste estudo, assim, foram excluídos 13 artigos da base de dados Scopus e 5 da Web of Science.

Em seguida, com o auxílio do software StArt (State of the Art through Systematic Review) desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES), do Departamento de Computação, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) foram excluídos os artigos duplicados entre as bases, sendo excluídos 14 artigos na Scopus e 9 artigos na Web of Science, resultando em 23 exclusões. Ao final destas etapas restaram 69 artigos que foram avaliados através do título, resumo e metodologia, sendo 21 artigos excluídos. Desta forma, o total de 36 artigos, 32,73% da seleção inicial, foram avaliados criticamente em sua totalidade com o auxílio dos softwares StArt e Mendeley.

3.4 ANÁLISE E SÍNTESE

Após a coleta e avaliação dos estudos selecionados, a próxima etapa foi dedicada a uma revisão sistemática, que envolve análise crítica e síntese (BRINER e DENYER, 2012). O objetivo da análise é dividir os estudos individuais em partes constituintes e descrever como cada um se relaciona com o outro. Por outro lado, o objetivo da síntese é fazer associações entre as partes identificadas em estudos individuais. Uma síntese precisa ir além da mera descrição, reformulando as informações para um arranjo novo ou diferente e desenvolver conhecimento que não é aparente a partir da leitura de estudos individuais, isoladamente (DENYER e TRANFIELD, 2009). Assim, após a aplicação dos critérios de seleção e avaliação, cada estudo selecionado foi analisado e classificado, permitindo sintetizar, integrar e acumular informações e resultados de diferentes estudos sobre o tema da pesquisa, de acordo com os objetivos e questões iniciais colocadas. Para o desenvolvimento dessa atividade, foi construído um quadro analítico baseado nas principais informações extraídas do resumo, dos objetivos e dos métodos utilizados por cada artigo, sempre procurando relacionar os resultados aos objetivos definidos pela questão de pesquisa e alguns critérios pré-estabelecidos por este estudo.

3.5 RELATO E USO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Em termos de pesquisa, as revisões sistemáticas podem fornecer aos pesquisadores uma sólida compreensão do atual estado de conhecimento em seu campo. As descobertas expõem o que é

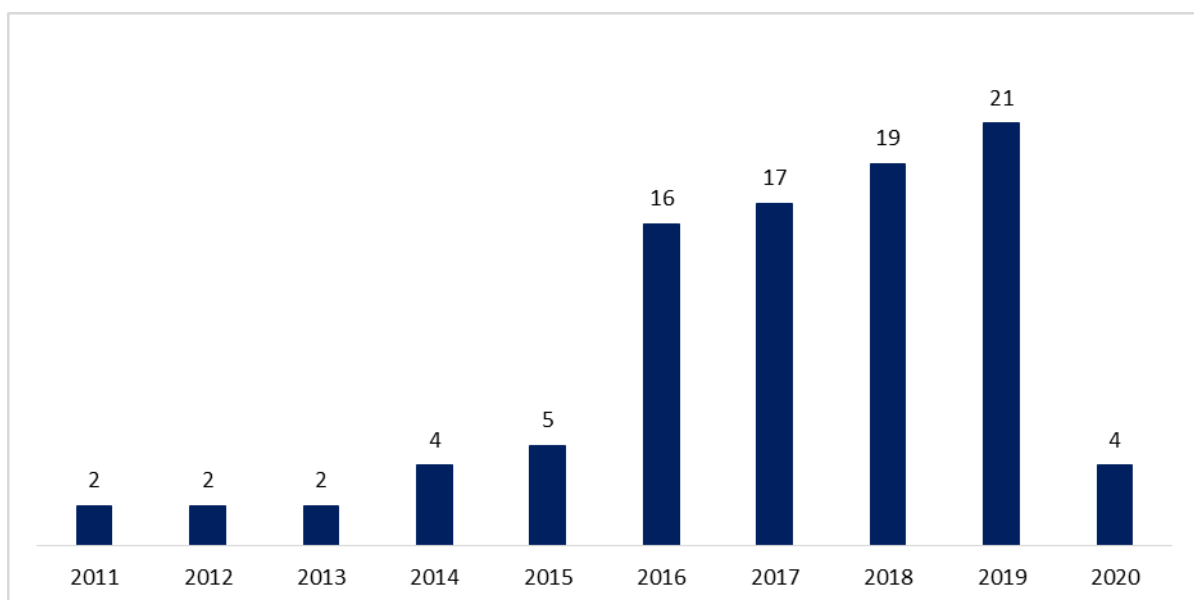
conhecido e desconhecido sobre a questão da revisão (BRINER e DENYER, 2012). Além disso, conforme observado por Higgins e Green (2008), o principal objetivo de uma revisão sistemática deve ser apresentar informações, em vez de oferecer conselhos. Assim, a discussão e as conclusões devem ajudar as pessoas a entender as implicações das evidências apresentadas em relação às decisões práticas. Nesse sentido, a seção 5 deste artigo discute os principais resultados da classificação e análise dos estudos a fim de fornecer um mapeamento do estado da arte e identificar lacunas para pesquisas futuras neste campo do conhecimento.

4.RESULTADOS

4.1 VISÃO QUANTITATIVA DOS ARTIGOS REVISADOS

Esta seção apresenta os resultados deste estudo. Após a seleção e filtragem inicial dos artigos nas bases de dados é possível observar na Figura 3 que os artigos sobre eco-inovação e tomada de decisão, apresentam ascensão a partir de 2016. Nos últimos 4 anos (2016 a 2019) houve um aumento nas publicações sobre o tema, em média 18 ao ano, sendo que os anos de 2018 e 2019 apresentaram os maiores volumes de publicações, considerando os 10 anos pesquisados.

Figura 3 - Distribuição anual dos artigos, no período de 2011 – 2020

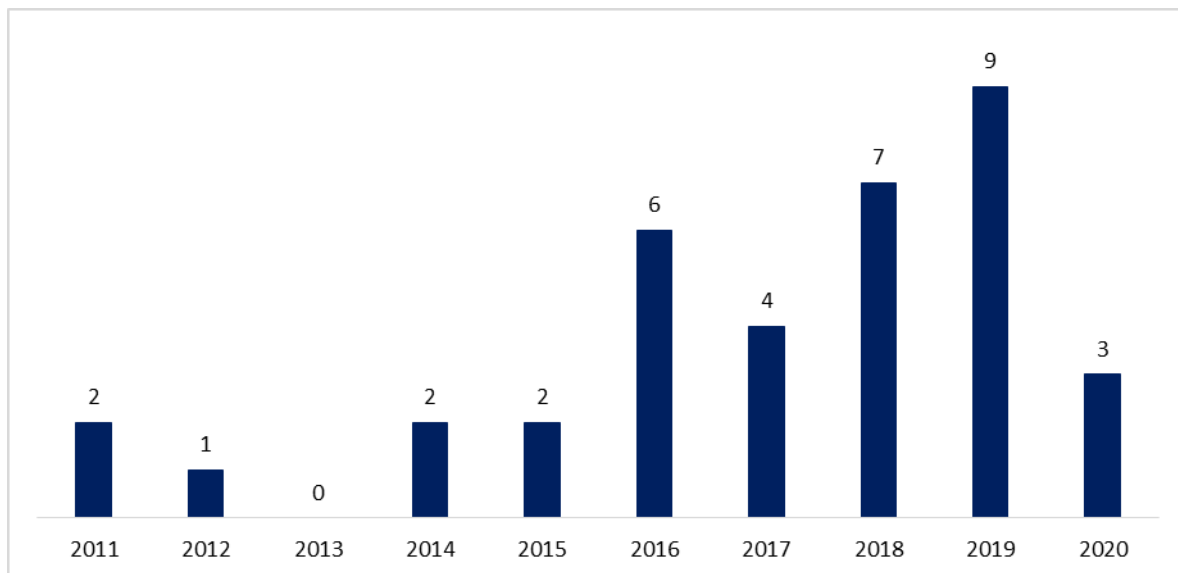


Fonte: Elaboração própria (2020).

Após a aplicação do protocolo da revisão sistemática (Figura 2) e após a análise quantitativa e qualitativa utilizada afim de mapear o estado da arte sobre a eco-inovação, a amostra resultou em 36 artigos, conforme pode ser observado na Figura 4. Comparando os resultados com os obtidos após a

utilização dos filtros iniciais, os últimos 4 anos (2016 a 2019) também apresentaram maior volume de publicações, uma média de 6,5 ao ano, sendo que o ano de 2019 apresentou o maior volume de publicações, considerando o período pesquisado.

Figura 4 - Distribuição dos artigos após aplicação do protocolo da revisão sistemática, no período de 2011 - 2020

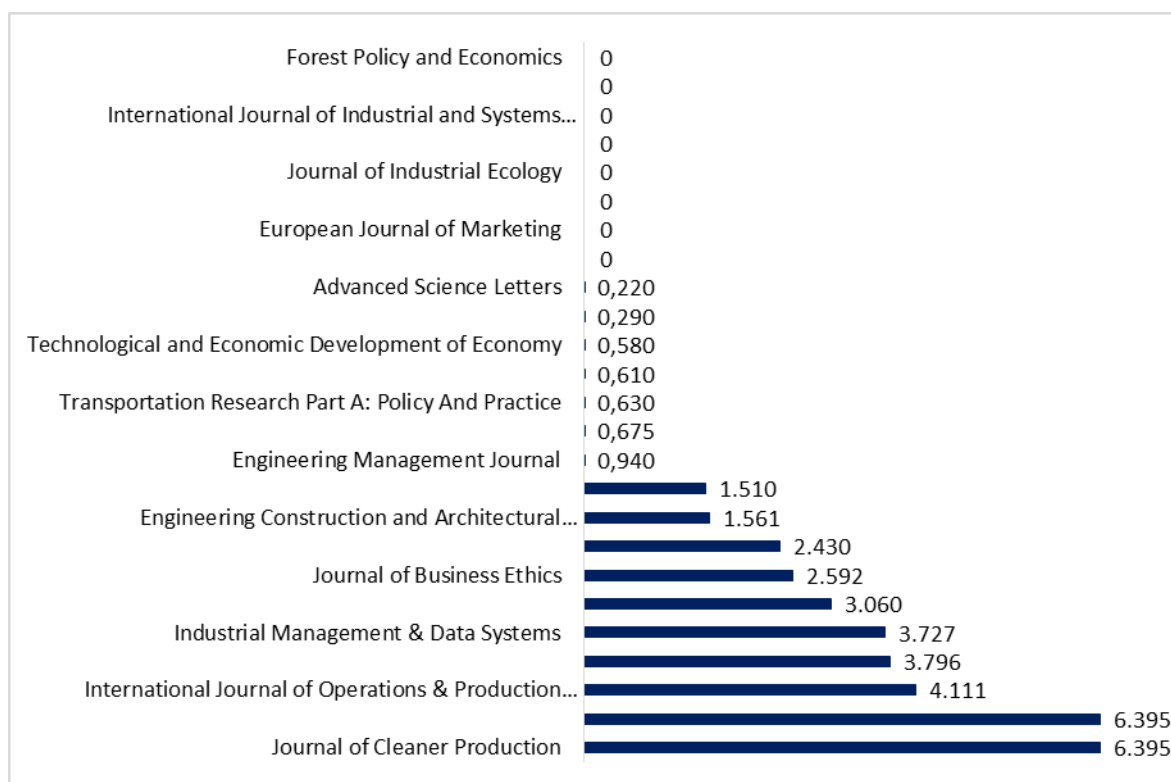


Fonte: Elaboração própria (2020).

Além da distribuição dos artigos ao longo do período analisado, também foi analisado o local onde o mesmo foi publicado. A amostra analisada está distribuída em 24 journals. Analisando a distribuição dos artigos publicados nos “journals” (Figura 5) foi possível observar que o maior volume está publicado no Journal of Cleaner Production, o correspondente a 25% das publicações. Quanto ao número de citações dos artigos analisados, oBusiness Strategy and the Environment se destaca por possuir um artigo publicado em 2012 com 64 citações seguido pelo International Journal of Operations & Production Management, com um artigo publicado em 2016 que possui 55 citações e pelo Journal of Cleaner Production que possui um artigo publicado em 2017 que já possui 34 citações. Quando analisado o fator de impacto destes Journals encontramos o Journal of Cleaner Production e o Sage Open em primeiro lugar, o International Journal of Operations & Production Management em segundo e o Sustainability na terceira posição (Figura 6).

Figura 5 - Distribuição dos artigos publicados nos periódicos, no período de 2011 - 2020

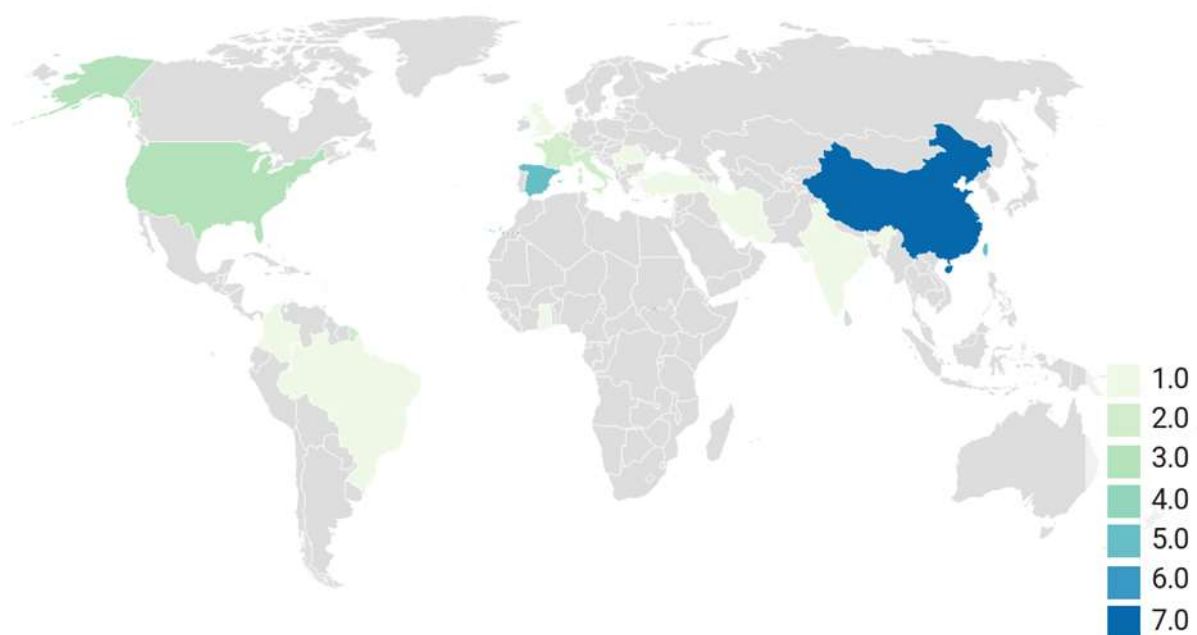
Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 6 - Fator de impacto dos periódicos, no período de 2011 - 2020

Fonte: Elaboração própria (2020).

A distribuição geográfica dos artigos analisados por este estudo se encontra na Figura 7. A legenda ao lado da figura demonstra, do menor para o maior, o país que contém o maior número de publicações, sendo indicado pelo número 7. Pode-se observar que a China aparece em primeiro lugar, com 19,4% de frequência, sendo seguida pela Espanha e Tailândia que empatam no segundo lugar e representam 13,9% cada. Os Estados Unidos aparecem em terceiro lugar com 8,4% de representatividade, sendo que os demais países aparecem com apenas duas ou uma publicação. Portanto, os 3 primeiros colocados representam, juntos, quase 50% da amostra.

Figura 7 - Distribuição geográfica dos autores, no período de 2011 – 2020



Fonte: Elaboração própria (2020).

4.2 VISÃO QUALITATIVA DOS ARTIGOS REVISADOS

A análise da amostra final de 36 artigos, conforme a Tabela 1, que apresenta uma síntese das principais informações dos artigos, entre 2011 a 2020, demonstra a coluna “categories” que foi criada com base nos objetivos encontrados nos artigos, assim, foi possível aglutinar os resultados em categorias que expressem, em poucas palavras, o ponto principal de cada trabalho, tornando a informação mais clara e objetiva.

Em suma, é possível notar que a maioria dos artigos, 61% foram publicados por mais de 3 autores, em segundo lugar aparecem as publicações que contém 2 autores, o equivalente a 30,5% do total da amostra. Com relação às categorias, é possível observar que as 2 categorias que mais aparecem “Eco-

innovation and decision making in firms” e Eco-innovation increased competitiveness in companies” apresentam juntas 27,8% do total da amostra, com uma frequência de 5 artigos para cada categoria. Em segundo lugar figuram as categorias “Sustainability in firms” e “Innovation and financing” que apresentam juntas 16,7% da amostra, com uma frequência de 3 artigos para cada uma. Em terceiro lugar aparecem as categorias “Eco-innovation in the automobilistic sector”, “Eco-innovation in the sustainable production” e “Eco-innovation and energy efficiency” que apresentam juntas 16,7% da amostra, com uma frequência de 2 artigos para cada.

A Tabela 2 apresenta os principais métodos utilizados pelos artigos e também traz na coluna “Identification” a informação de quais e quantos artigos utilizaram métodos similares em suas pesquisas. Pode-se observar que o estudo de caso foi utilizado por 6 artigos, o que representa 16,7% do total da amostra. Em segundo lugar aparecem os artigos de revisão com uma frequência de 5 artigos e um percentual de 13,9% do total da amostra. Em terceiro lugar figuram a modelagem de equações estruturais (SEM) e o método Delphi com 3 artigos cada e um percentual de 8,4% do total da amostra. Portanto, nota-se a diversidade de métodos utilizados nos estudos sobre eco-inovação e seus sinônimos, com a finalidade de contextualizar, conceituar, determinar, explicar e também quantificar tais estudos.

Com relação à qualidade dos artigos, a Tabela 3 demonstra os 16 mais citados do total da amostra. Os primeiros 9 autores que aparecem na Tabela, foram citados 10 ou mais vezes, sendo que o primeiro lugar foi citado 64 vezes, o que pode ser explicado pelo fator tempo, pois foi publicado em 2012. As publicações constantes no segundo até o quinto lugar, são mais recentes, de 2016 a 2018, porém já possuem um número acentuado de citações sendo que o segundo lugar foi citado 55 vezes, o terceiro 34, o quarto 25 e o quinto lugar, 22 vezes. Os demais foram citados entre 4 e 20 vezes.

Tabela 1 - Descrição dos artigos, categorias e métodos, no período de 2011 - 2020

Identificação	Título	Referência	País	Categoria	Método
1	The driving effect of internal and external environment on greeninnovation strategy. The moderating role of top management'senvironmental awareness	Cao, H. and Chen, Z., 2019	China	EI na gestão	Modelo de regressão
2	Making the world a better place by making better products: Eco-friendly consumer innovativeness and the adoption of eco-innovations	Paparoidamis, N.G. and Tran, H.T.T., 2019	França	EI e tomada de decisão nas empresas	Modelos mentais
3	Ecological innovation decision behavior of enterprises in the strategic emerging industrial clusters based on cognitive neuroscience	Li, X. and Liu, L., 2018	China	Opiniões dos consumidores na EI	Experimentos
4	Evaluating challenges to implementing eco-innovation for freight logistics sustainability in Nigeria	Orji, I.J. et al., 2019	China	EI e tomada de decisão nas empresas	
5	Business models and the diffusion of eco-innovations in the eco-mobilitysector	Nicolai, I. and Faucheux, S., 2015	França	Sustentabilidade nas empresas	Método de indução e abdução
6	Role of green innovation and business performance: evidence from romanian smes	Oncioiu et al., 2018	Romênia	EI aumentou a competitividade nas empresas	Revisão
7	The effect of life cycle cost information on consumer investment decisions regarding eco-Innovation	Kaenzig, J. and Watenhagen, R., 2011	Suíça	EI e LCC	Revisão
8	Measurement of the human capital applied to the business eco-innovation	Ortega-Lapiedra et al., 2019	Espanha	EI e dificuldade de mensurar seus impactos	Revisão
9	Identifying eco-innovation in industrial symbiosis under linguistic preferences: A novel hierarchical approach	Tseng, M. L. and Bui, T.D., 2017	Taiwan	EI na gestão	Método Delphi e análise fatorial
10	Eco-innovation indicators for sustainable development: The role of the technology institutes	Scarpellini et al., 2016	Espanha	EI e a medição do capital humano	HCSI - Índice específico de capital humano
11	Resource management practice through eco-innovation toward sustainabledevelopment using qualitative information and quantitative data	Lee et al., 2018	Taiwan	EI e a tomada de decisão nas empresas	Método Delphi e análise de performanace
12	An integrative approach for structuring and prioritising eco-innovation determinants with a survey in knowledge-based companies	Shahin et al., 2020	Iran	EI e seusDeterminantes	Revisão emodelo ISM
13	Selected indicators for evaluation of eco-innovation projects	Stosic et al., 2016	Sérvia	EI aumentou a competitividade nas empresas	Estudo de caso
Identificação	Título	Referência	País	Categoria	Método
14	Fuzzy approach to eco-innovation for enhancing business functions: acase study in China	Cui, L., 2017	China	EI e os modelos de reciclagem	Método de processo de hierarquia
15	Fostering systematic eco-innovation in an industrial symbiosis environment using DEMATEL	Jayakrishna et al., 2020	Índia	EI aumentou a competitividade nas empresas	Modelo DEMATEL

16	Strategic orientations, sustainable supply chain initiatives, and reverse logistics Empirical evidence from an emerging market	Hsu et al., 2016	USA	Sustentabilidade nas empresas	Técnica SEM
17	Material selection for eco-innovation: SPICE model	Prendeville et al., 2014	Reino Unido	El e seleção de materiais na produção	Estudo de caso
18	Factors Influencing Automobile Firms' Eco-Innovation Orientation	Segarra-Ona et al., 2014	Espanha	El no setor automobilístico	Técnica SEM
19	How past decisions affect future behavior on eco-innovation: An empirical study	Peiró-Signes, A. and Segarra-Oña, M., 2018	Espanha	El no setor automobilístico	Método dos mínimos quadrados parciais
20	System of self-financing strategy for the policies aimed at the eco-innovation in the productive sectors	Albertario, P., 2016	Itália	Inovação e financiamento	Estudo de caso
21	Eco-design application to drive sustainable manufacturing	Abdullah et al., 2015	China		
22	Twisting the twist: how manufacturing & knowledge-intensive firms excel over manufacturing & operational and all service sectors in their eco-innovative orientation	Segarra-Oña et al., 2016	Espanha	El e a informação (orientação)	Modelo de capacidade de absorção
23	An Eco-Innovative Framework Development for Sustainable Consumption and Production in the Construction Industry	Ma et al., 2019	China	El na produção sustentável	Teoria dos conjuntos difusos
24	Policy forum: Potential options for greening the Concessionary Forestry Business Model in rural Africa	Atewamba, C. and Boimah, M., 2017	Gana	Desafios sustentáveis em empresas florestais	Estudo de caso
25	Relationship Between Innovation and Performance in Private Companies: Systematic Literature Review	Bach et al., 2019	Brasil	El aumentou a competitividade nas empresas	Revisão sistemática
26	Investment valuation model for sustainable infrastructure systems: Mezzanine debt for water projects	David Gonzalez-Ruiz et al., 2019	Colômbia	Inovação e financiamento	Estudo de caso
27	Towards a sustainable industrial ecology: Implementation of a novel approach in the performance evaluation of Italian regions	Arbolino et al., 2018	Itália	El na produção sustentável	Modelo de análise de componentes
Identificação	Título	Referência	País	Categoria	Método
28	A Novel Environmental Performance Evaluation of Thailand's Food Industry Using Structural Equation Modeling and Fuzzy Analytic Hierarchy Techniques	Pipatprapa et al., 2016	Taiwan	El aumentou a competitividade nas empresas	Técnica SEM
29	Dynamic adjustment of eco-labeling schemes and consumer choice - the revision of the EU energy label as a missed opportunity?	Heinzle, S.L. and Wastenhagen, R., 2012	Suíça	El na eficiência energética	Revisão e experimentos
30	Sustainability evaluation: diverging routes recombined? Tasks for a new Working Group on Modelling and Evaluation for Sustainability	Hupples, G. and Ishikawa, M., 2011	Holanda	El e o trade-off na tomada de decisão	Revisão
31	A performance assessment approach for integrated solid waste management using a sustainable balanced scorecard approach	Tsai et al., 2020	Taiwan	El e a tomada de decisão nas empresas	Método Delphi
32	Assessing sustainability performance of high-tech firms through a hybrid approach	Cui et al., 2019	China	Sustentabilidade nas empresas	Análise de Cluster
33	Causal sustainable resource management model using a hierarchical structure and linguistic preferences	Wu et al., 2019	Taiwan	Inovação e financiamento	Análise fatorial
34	On Occupant Behavior and Innovation Studies Towards High Performance Buildings: A Transdisciplinary Approach	Keskin, C. and Menguc, M. P., 2018	Turquia	El na eficiência energética	Revisão

35	Innovation intermediaries accelerating environmental sustainability transitions	Gliedt et al., 2018	USA	El aumentou a competitividade nas empresas	Revisão sistemática
36	I don't Want to be Green: Prosocial Motivation Effects on Firm Environmental Innovation Rejection Decisions	Bendell, B. L., 2017	USA	El e a tomada de decisão nas empresas	Estudo de caso

Fonte: Elaboração própria(2020).

Tabela 2 - Similaridade entre os métodos dos artigos, no período de 2011 - 2020

Método	Identificação
Estudo de caso	13; 17; 20; 24; 26; 36
Revisão	6; 7; 8; 12; 29; 34
Técnica SEM	16; 18; 28
Método Delphi	9; 11; 31
Revisão sistemática	25; 35
Análise fatorial	9; 33
Experimentos	3; 29
Modelo Dematel	15
Modelo de capacidade de absorção	22
Análise de Cluster	32
Modelo ISM	12
HCSI - Índice específico de capital humano	10
Método de processo de hierarquia	14
Teoria dos conjuntos difusos	23
Modelo mental	2
Método de indução e abdução	5
Método dos mínimos quadrados parciais	19
Modelo de análise de componentes	27
Modelo de Regressão	1
Análise de Performance	11

Tabela 3 - Qualidade dos artigos medido pelo número de citações, no período de 2011 - 2020

Identificação	Autor	Citações
29	Heinzle, S.L. and Wastenhagen, R., 2012	64
16	Hsu et al., 2016	55
9	Tseng, M. L. and Bui, T.D., 2017	34
27	Arbolino et al., 2018	25
35	Gliedt et al., 2018	22
18	Segarra-Ona et al., 2014	20
17	Prendeville et al., 2014	16
14	Cui, L., 2017	10
28	Pipatprapa et al., 2016	10
11	Lee et al., 2018	9
22	Segarra-Oña et al., 2016	8
36	Bendell, B. L., 2017	8
19	Peiró-Signes, A. and Segarra-Oña, M., 2018	6
2	Paparoidamis, N.G. and Tran, H.T.T., 2019	4
10	Scarpellini et al., 2016	4
13	Stosic et al., 2016	4

Fonte: Elaboração própria (2020).

DISCUSSÃO

Nesta seção apresenta-se a análise crítica do conteúdo dos 36 artigos, buscando compreender a eco-inovação e detalhar as lacunas e tendências neste campo com relação a gestão corporativa, atendendo assim, aos objetivos deste estudo. Um fator de dificuldade foi o fato de que a literatura sobre eco-inovação é vasta e está transitando por diversas áreas do conhecimento ao longo da última década. Portanto, vários estudos foram produzidos para analisar a eco-inovação sob diversos pontos de vista.

Alguns estudos analisaram as características da EI e sua relação com a competitividade (RENNINGS, 2000; LEE *et al.*, 2018), teorias fundamentais sobre a evolução da EI e seus conceitos (CARRILLO-HERMOSILLA *et al.*, 2010; BOSSLE *et al.*, 2016), lançando as bases para a compreensão do tema. Posteriormente estudos analisaram os determinantes da adoção de EI (BRUNNERMEIER e COHEN, 2003; REHFELD *et al.*, 2007; HORBACH, 2008; VIEIRA DE SOUZA *et al.*, 2018) e seus efeitos no desempenho empresarial (CHEN *et al.*, 2006; ONCIOIU *et al.*, 2018; BACH *et al.*, 2019). Essa progressão, na forma como os estudos foram desenvolvidos ao longo dos anos, sugere o avanço das práticas de EI e o crescente reconhecimento das contribuições da EI para o meio ambiente e para a gestão corporativa.

Após a análise do conteúdo foi possível encontrar características semelhantes entre os mesmos e também alguns pontos controversos. Aos tomadores de decisão, a primeira característica positiva é que as empresas eco-inovadoras apresentaram melhor desempenho do que as não eco-inovadoras (SALOMO *et al.*, 2008; DORAN e RYAN, 2012; LEE *et al.*, 2018; BACH *et al.*, 2019; TSAI *et al.*, 2020). Portanto, a eco-inovação tem uma relação positiva com o desempenho financeiro (TAJEDDINI, 2016).

Outro resultado importante é que a informação é peça-chave na tomada de decisão. Prendeville *et al.* (2014) asseveram que a eco-inovação pode ser eficaz na tomada de decisões quando a informação é bem disseminada as partes interessadas. Na mesma direção, Segarra-Oña *et al.* (2014) destacam a importância da informação sobre a eco-inovação no resultado das empresas, assim como as informações do mercado. Ainda em linha com estes autores, Orji *et al.*, (2019) reforçam que a falta de informação clara impacta de forma negativa na adoção da eco-inovação.

A análise também demonstrou que os incentivos e investimentos financeiros são fundamentais para o aumento da eco-inovação. Para Albertário (2016) os investimentos financeiros podem aumentar a adoção das práticas de eco-inovação de forma que as partes interessadas se beneficiem, aumentando assim o processo de inovação. Asseverando a afirmação, Cao e Chen (2019) demonstram que os

incentivos financeiros têm impacto positivo na eco-inovação. Para Orjiet *al.* (2019) a falta de recursos financeiros é um dos principais fatores que contribuem, de forma negativa, para a adoção da eco-inovação. Corroborando com os autores anteriores, Tsai *et al.* (2020) também afirmam que os investimentos financeiros e a eficiência dos custos, são aspectos decisivos no momento de implantar ou não a eco-inovação.

Portanto, conforme Lee *et al.* (2018) as empresas encontram dificuldades com relação aos custos para a implantação da eco-inovação. Na mesma linha, Orji *et al.* (2019) afirmam que as empresas acham difícil, em um ambiente competitivo, implementar práticas de eco-inovação devido ao alto custo inicial de investimento, dificultando, assim, as metas de sustentabilidade.

Com relação as dimensões sociais, Nicolai e Faucheux (2015) demonstram que as dimensões sociais definem a aceitação ou não das práticas de eco-inovação, assim, modificando de forma positiva a dimensão social, os impactos serão positivos. Em linha com os autores, Bendell (2017) e Cao e Chen (2019) afirmam que a pressão social impacta fortemente a adoção ou não da eco-inovação.

Quanto aos impactos ambientais, Cui (2017) afirma que a eco-inovação reduz os impactos ambientais, criando soluções sustentáveis à sociedade. Oncioiu *et al.*, (2018) também afirma que a eco-inovação é um instrumento poderoso que combina redução nos impactos ambientais com um impacto positivo na economia e na sociedade.

Para Bendell (2017) os gestores são mais propensos a adotar a eco-inovação quando percebem uma oportunidade de redução nos impactos ambientais (preservação da natureza) e nos encargos governamentais (tributos) e não com base nas expectativas dos consumidores. O estudo mostrou que os gestores tomam decisões, em adotar ou não inovações, baseadas na concorrência, ou seja, muitas de suas decisões são pautadas no que seus concorrentes estão realizando, e não nas próprias necessidades da empresa.

Tsai *et al.* (2020) demonstraram que o envolvimento das partes interessadas é um aspecto decisivo no momento de implantar ou não a eco-inovação. Para os autores, a eficiência de custos, a colaboração das partes interessadas, a flexibilidade às mudanças ambientais, a disponibilidade de habilidades técnicas locais e as tecnologias de aquisição e comunicação de conhecimento são identificadas como os critérios de ligação que apresentam melhores resultados para auxiliar os tomadores de decisão a obter melhor desempenho empresarial.

Bach *et al.* (2019) demonstraram que as iniciativas de eco-inovação convergem, no geral, contribuindo para melhorias no desempenho empresarial. No campo científico, iniciativas para o desenvolvimento de inovações trouxeram efeitos positivos ao desempenho empresarial. Os autores trouxeram evidências que podem ajudar na tomada de decisões dos gestores, através da criação de estratégias e políticas focadas na competitividade.

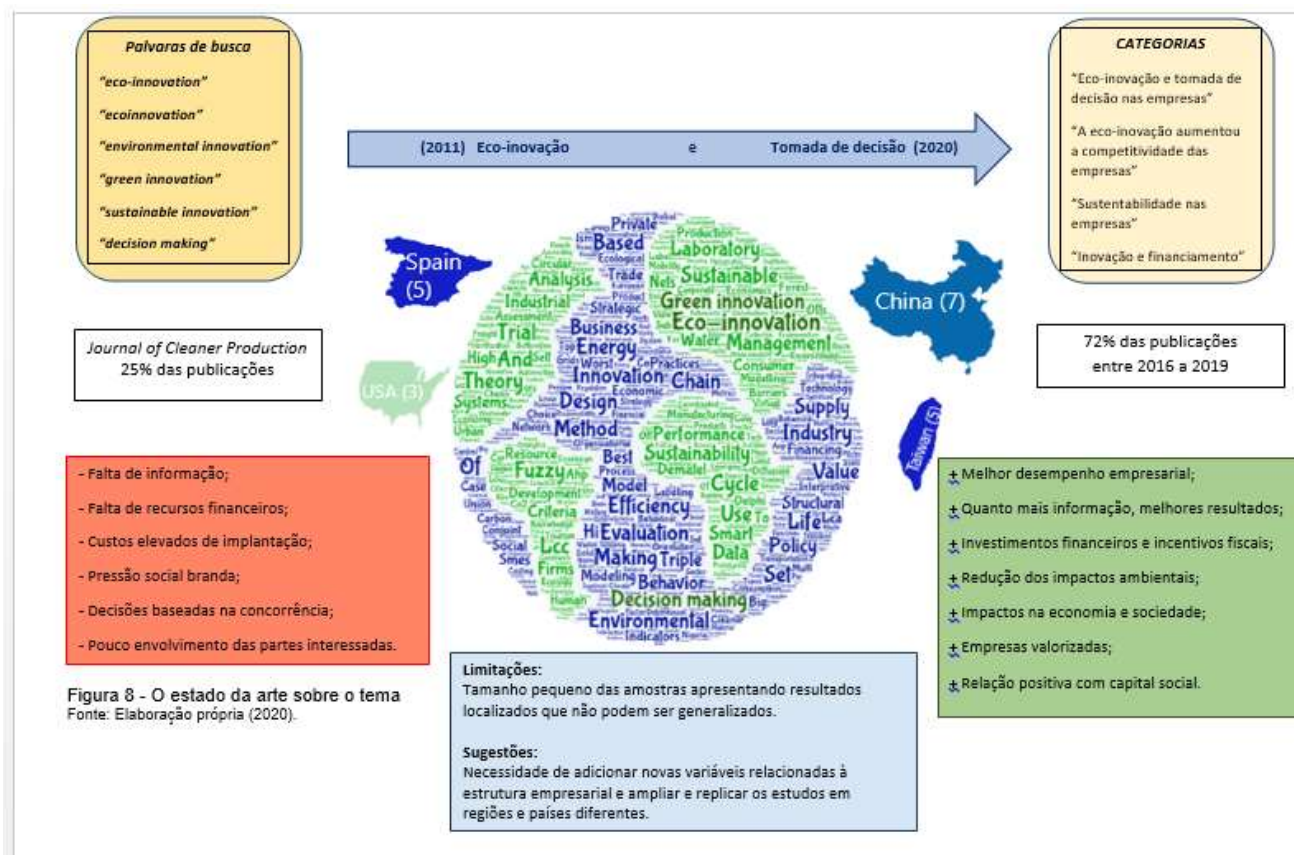
Contudo, é possível, com base na análise realizada, mencionar que a eco-inovação é um determinante importante para o desempenho da gestão corporativa, segundo Bach *et al.* (2019) as empresas que inovam são mais valorizadas pelos investidores. Para Salomo *et al.* (2008) a EI proporciona geração de estoque com valores mais altos de mercado. Quando se estabelece uma relação com o capital social a inovação afeta positivamente o desempenho financeiro da empresa (RASSet *al.*, 2013). Sendo assim, a eco-inovação representa um atributo diferenciador para negócios sustentáveis em ambientes competitivos.

Esta revisão encontrou algumas limitações nos estudos analisados, a mais citada foi com relação ao tamanho da amostra pesquisada. A maioria dos estudos foi localizado, ou seja, realizado em uma cidade ou em uma empresa, não sendo possível generalizar seus resultados para outras regiões ou países. Outro fator limitador está relacionado ao número de pessoas entrevistadas nestes estudos, normalmente as entrevistas foram realizadas com pessoas de conhecimento específico do assunto, devido ao cargo ocupado dentro da empresa. Tal fato pode ter causado um viés nas pesquisas (BENDELL, 2017; LEE *et al.*, 2018; ORJI *et al.*, 2019; TSAI *et al.*, 2020).

Autores como Bendell (2017) e Tsai *et al.* (2020), mencionaram em seus trabalhos a necessidade de se realizar pesquisas futuras em um esforço para melhor entender a relação entre eco-inovação e a tomada de decisão no desempenho empresarial.

Após a apresentação dos resultados e discussão desta pesquisa, de forma a contribuir para o debate da eco-inovação e gestão corporativa, a contribuição inovadora deste estudo é ilustrar, em uma figura, o estado da arte sobre o tema, abordando os principais pontos levantados nessa revisão sistemática. A Figura 8 apresenta em seu centro a nuvem de palavras, que demonstra todas as palavras-chave descritas nos 36 artigos, evidenciando as que possuem maior frequência, como por exemplo: *eco-innovation*, *green innovation* e *decision making*. Uma linha do tempo foi traçada evidenciando o período analisado. Os “strings” de busca são descritos assim como as “categories” criadas. Os pequenos mapas em volta da nuvem de palavras evidenciam a quantidade de artigos produzidos em cada país. Por fim, o quadro em vermelho mostra os pontos negativos e o quadro em verde os pontos

positivos que foram encontrados na pesquisa. O último quadro, em azul, demonstra as limitações e as sugestões encontradas na pesquisa.



CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados foi possível notar que o tema eco-inovação é atual e vem aumentando o volume de publicações ao longo dos últimos anos. Também se pode notar que existem artigos que abordam o tema, com técnicas e métodos muito distintos. As principais publicações aparecem distribuídas entre a China, a Espanha, Tailândia e os Estados Unidos, sendo que, em nossa amostra havia apenas um artigo brasileiro, o que sugere que o tema ainda pode ser melhor explorado no país.

Devido à dificuldade de alinhar as diversas abordagens sobre o tema que foram encontradas nos artigos, criou-se as “*categories*” com base nos objetivos dos referidos artigos, para facilitar a aglutinação dos mesmos, encontrando assim, mais facilmente, suas similaridades e diferenças. As principais “*categories*” encontradas foram “*Eco-innovation and decision making in firms*”, “*Eco-innovation increased competitiveness in companies*”, “*Sustainability in firms*” e “*Innovation and financing*”.

Em suma, os resultados nos propiciaram mapear o estado da arte sobre a eco-inovação e a gestão corporativa, analisando suas principais contribuições através da síntese dos pontos positivos e negativos encontrados nos 36 artigos. Nota-se alguns pontos de destaque como a melhoria no desempenho empresarial, a redução dos impactos ambientais, a valorização das empresas e as relações positivas com o capital social e com a melhor utilização dos investimentos financeiros, nas empresas que adotaram algum tipo de prática eco-inovadora.

Alguns artigos apontaram a falta de informação, a falta de recursos financeiros para arcar com os custos para a realização e a execução de projetos de eco-inovação, pouco envolvimento das pessoas envolvidas neste processo e pouca pressão social, como fatores que diminuem as práticas eco-inovadoras. As limitações se restringem ao tamanho das amostras, ou seja, os resultados encontrados pelos artigos, foram várias vezes, localizados, em uma empresa ou município, sendo impossibilitados de serem generalizados.

Ao término da análise, encontrou-se um número reduzido de artigos que abordaram a eco-inovação e a gestão corporativa que apresentaram dados financeiros e contábeis. Com a obtenção destes dados, em abundância, seria possível analisar variáveis novas, que pudessem ser encontradas em empresas que seguem as normas contábeis internacionais e que trouxessem mais informações realísticas da implantação e da utilização de práticas eco-inovadoras.

Sugere-se que outras revisões possam ser realizadas, ampliando as buscas nas bases de dados, afim de complementar a delimitação do estado da arte sobre o tema. Sugere-se ainda que futuros estudos sejam propostos a partir desta revisão e que novas variáveis econômicas e contábeis possam ser utilizadas, assim como modelos econométricos possam ser criados afim de conhecer, mais a fundo, a presença da eco-inovação na gestão corporativa.

REFERÊNCIAS

- ALBERTARIO, P. System of self-financing strategy for the policies aimed at the eco-innovation in the productive sectors. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 2016.
- ANDERSEN, M. M. Eco-innovation: towards a taxonomy and a theory. In: Conference 2008 on Entrepreneurship and Innovation - Organizations, Institutions, Systems and Regions. 25th Celebration Druid. Copenhagen, Denmark, junho 17-20, 2008. www.researchgate.net/profile/Maj_Andersen/publication/228666208_Eco-innovation-towards_a_taxonomy_and_a_theory/links/0046351b23e208fec8000000.pdf (Acesso em: 14 de Agosto de 2021).
- ARUNDEL, A.; KEMP, K. Measuring Eco-innovation. UNI-MERIT Working Paper Seriesn. 017, 2009. Maastricht, The Netherlands. www.merit.unu.edu/publications/wppdf/2009/wp2009-017.pdf (Acesso em 14 de Agosto de 2021).
- BACH, T. M.; DALAZEN, L. L.; da SILVA, W. V.; FERRARESI, A. A.; da VEIGA, C. P. Relationship Between Innovation and Performance in Private Companies: Systematic Literature Review. *SAGEOpen*, v. 9, n. 2, 2019.
- <https://doi.org/10.1177/2158244019855847>
- BENDELL, B. L. I don't Want to be Green: Prosocial Motivation Effects on Firm Environmental Innovation Rejection Decisions. *Journal of Business Ethics*, v. 143, n. 2, p. 277–288, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2588-2>
- BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; TRAVASSOS, G. H. Systematic Review in Software Engineering. System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report, ES, v. 679, n. 05, p. 45, 2005.
- BOCKEN, N.M.; SHORT, S.W.; RANA, P.; EVANS, S. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *J. Clean. Prod.* V. 65, p. 42-56, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>.
- BOONS, F.; LÜDEKE-FREUND, F. Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, v. 45, p. 9–19, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007>
- BOSSLE, M. B.; De BARCELLOS, M. D.; VIEIRA, L. M.; SAUVÉE, L. The drivers for adoption of eco-innovation. *Journal of Cleaner Production*, v. 113, p. 861-872, 2016.
- BRERETON, P.; KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; TURNER, M.; KHALIL, M. Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. *The Journal of System and Software*, v. 80, n. 4, p. 571-583, 2007.
- BRINER, R. B.; DENYER, D. Systematic review and evidence synthesis as a practice and scholarship tool. *Handbook of evidence-based management: Companies, classrooms and research*. New York: Oxford University Press, 2012.

- BRUNNERMEIER, S.B.; COHEN, M.A. Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries. *J. Environ. Econ. Manag.* v. 45, n. 2, p. 278–293, 2003.
- CAI, W.; LI, G. The drivers of eco-innovation and its impact on performance: evidence from China. *Journal of Cleaner Production.* v. 176, p. 110-118, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.109>.
- CAO, H.; CHEN, Z. The driving effect of internal and external environment on green innovation strategy- The moderating role of top management's environmental awareness. *Nankai Business Review International.* 2019.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J.; GONZÁLEZ, P.R.; KÖNNÖLÄ, T. *Eco Innovation: When Sustainability and Competitiveness Shake Hands.* London: Palgrave Macmillan. 2009.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J.; DEL RÍO, P.; KÖNNÖLÄ, T. Diversity of eco-innovations: reflections from selected case studies. *J. Clean. Prod.* v. 18, n. 10–11, p. 1073–1083, 2010.
- CHARTER, M.; CLARK, T. *Sustainable Innovation.* The Centre for Sustainable Design. 2007.
- CHEN, Y.S.; LAI, S.B.; WEN, C.T. The influence of green innovation performance on corporate advantage. in Taiwan. *J. Bus. Ethics.* v. 67, n. 4, p. 331-339, 2006. <https://doi.org/10.1007/s.10551-006-9025-5>
- COUNSELL, C. Formulating questions and locating primary studies for inclusion in systematic reviews. *Annals of Internal Medicine,* v. 127, p. 380-387, 1997.
- CUI, L. Fuzzy approach to eco-innovation for enhancing business functions: a case study in China. *Industrial Management & Data Systems,* 2017.
- DADDI, T.; TESTA, F.; FREY, M.; IRALDO, F. Exploring the link between institutional pressures and environmental management systems effectiveness: An empirical study. *J. Environ. Manage.* v. 183, p. 647–656, 2016.
- DENYER, D.; TRANFIELD, D. 2009. Producing a systematic review. *The Sage handbook of organizational research methods.* Thousand Oaks, CA: Sage Publications Ltd.
- DIAZ-RAINEY, I.; ASHTON, J.K. Investment inefficiency and the adoption of ecoinnovations: the case of household energy efficiency technologies. *Energy Policy,* v. 82, p. 105-117, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.03.003>.
- DORAN, J.; RYAN, G. Regulation and firm perception, ecoinnovation and firm performance. *European Journal of Innovation Management,* v. 15, p. 421-441, 2012. <https://doi.org/10.1108/14601061211272367>
- DRIESSEN, P.; HILLEBRAND, B. 2002. Adoption and diffusion of green innovations. In: Bartels, G., Nelissen, W. (Eds.), *Marketing for Sustainability: Towards Transactional Policy-Making.* Amsterdam. Ios Press Inc., Amsterdam, The Netherlands, p. 343-356. ISBN: 978-1-58603-204-3.

EUROPEAN COMMISSION, 2007. Competitiveness and Innovation Framework Programme (2007 to 2013) Brussels.

EUROPEAN COMMISSION, 2008. Call for proposals under the Eco-innovation 2008 programme. DG Environment.

FRANCESCHINI, S.; PANSERA, M. Beyond unsustainable eco-innovation: the role of narratives in the evolution of the lighting sector. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* v. 92, p. 69-83, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.11.007>.

FUSSLER, C.; JAMES, P. 1996. Driving eco-innovation: a break-through discipline for innovation and sustainability. Pitman Pub, London.

GALVÃO, H. M. Influência da gestão socioambiental no desempenho da eco-inovação empresarial. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014. 228p.

HALLENGA-BRINK, S. C.; BREZET, J. C. The sustainable innovation design diamond for micro-sized enterprises in tourism. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, n. 2, p. 141-149, 2005.

HANSEN, E.G.; GROSSE-DUNKER, F.; REICHWALD, R. Sustainability innovation cube – a framework to evaluate sustainability-oriented innovations. *Int. J. Innov. Manag.* v. 13, n. 4, p. 683–713, 2009.

HE, F.; MIAO, X.; WONG, C. W.Y.; LEE, S. Contemporary corporate eco-innovation research: a systematic review, *Journal of Cleaner Production*, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.314>

HIGGINS, J. P. T.; GREEN, S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. 2008. Disponível em: <www.cochrane-handbook.org> Acesso em: Abril de 2020.

HORBACH, J. Determinants of environmental innovation – New evidence from German panel data sources. *Res. Policy*. v. 37, n. 1, p. 163–173, 2008.

HUPPES, G.; KLEIJN, R.; HUELE, R.; EKINS, P.; SHAW, B.; ESDERS, M.; SCHALTEGGER, S. 2008. Measuring eco-innovation: framework and typology of indicators based on causal chains. Final Report of the ECODRIVE project. CML, University of Leiden.

JABBOUR, C.J.C.; SATURNINO NETO, A.; GOBBO Jr., J.A.; RIBEIRO, M.S.; JABBOUR, A.B.L.S. Eco-innovations in more sustainable supply chains for a low-carbon economy: a multiple case study of human critical success factors in Brazilian leading companies. *Int. J. Prod. Econ.* v. 164, p. 245-257, 2015.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.015>.

KARAKAYA, E.; HIDALGO, A.; NUUR, C. Diffusion of eco-innovations: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* v. 33, n. 2, p. 392–399, 2014.

KEMP, R.; ARUNDEL, A. 1998. Survey indicators for Environmental Innovation. IDEA report. Step group. Oslo.

KEMP, R.; HORBACH, J. 2007. Measurement of competitiveness of eco-innovation, *Measuring Eco-innovation Project (MEI)*, p. 1–32.

KEMP, R.; PEARSON, P. 2007. Final report MEI project about measuring eco-innovation. EU FP6 funded project 044513. UMMERIT, ZEW, DTU, ICL, LEIA, Maastricht.

KLEWITZ, J.; HANSEN, E.G. Sustainability-oriented innovation of SMEs: A systematic review. *J. Clean. Prod.* v. 65, n. 4, p. 57–75, 2014.

LEE, K.H.; MIN, B. Green R&D for eco-innovation and its impact on carbon emissions and firm performance. *J. Clean. Prod.* v. 108, p. 534-542, 2015.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.114>.

LEE, C. H.; WU, K. J.; TSENG, M. L. Resource management practice through eco-innovation toward sustainable development using qualitative information and quantitative data. *Journal of Cleaner Production*, v. 202, p. 120–129, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.058>

LOPEZ, F.J.D.; MONTALVO, C. A comprehensive review of the evolving and cumulative nature of eco-innovation in the chemical industry. *J. Clean. Prod.* v. 102, p. 30-43, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.007>.

LOUETTE, A. (org). *Gestão do conhecimento: compêndio para a sustentabilidade – ferramenta de gestão para a responsabilidade socioambiental*. São Paulo: Antakarana Cultura Arte e Ciência, 2007.

MACHIBA, T. Eco-innovation for enabling resource efficiency and green growth: development of an analytical framework and preliminary analysis of industry and policy practices. *International Economics and Economic Policy*, v. 7, n. 2-3, p. 357-370, 2010.

NICOLAI, I.; FAUCHEUX, S. Business models and the diffusion of eco-innovations in the eco-mobility sector. *Society and Business Review*, 2015.

NIDUMOLU, R.; PRAHALAD, C. K.; RANGASWAMI, M. R. Why sustainability is now the key driver of innovation. *Harvard Business Review*, n. 87, p. 57-64, Setembro, 2009.

O'HARE, J. A.; McALOONE, T.C. Eco-innovation: The opportunities for engineering design research. *Proceedings of the DESIGN 2014 - 13th International Design Conference*, 19-22 Maio, 2014, Dubrovnik – Cavtat (Croatia).

OLTRA, V.; SAINT JEAN, M. Sectoral systems of environmental innovation: an application to the French automotive industry. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 76, p. 567-583, 2009.

ONCIOIU, I.; IFRIM, A.M.; PETRESCU, A.G.; BĂICAN, F.R. 2018. Role of green innovation and business performance: evidence from romanian firms. *EEA - Electrotehnica, Electronica, Automatica*.

ORJI, I. J.; KUSI-SARPONG, S.; GUPTA, H.; OKWU, M. Evaluating challenges to implementing eco-innovation for freight logistics sustainability in Nigeria. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 129, p. 288–305, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.001>

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. 2006. *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Oxford: Blackwell Publishing.

PRENDEVILLE, S.; O'CONNOR, F.; PALMER, L. Material selection for eco-innovation: SPICE model. *Journal of Cleaner Production*, 2014.

PRZYCHODZEN, J.; PRZYCHODZEN, W. Relationships between eco-innovation and financial performance - Evidence from publicly traded companies in Poland and Hungary. *Journal of Cleaner Production*, v. 90, p. 253–263, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.034>

RASS, M.; DUMBACH, M.; DANZINGER, F.; BULLINGER, A. C.; MOESLEIN, K. M. Open innovation and firm performance: The mediating role of social capital. *Creativity and Innovation Management*, v. 22, p. 177-194, 2013.

<https://doi:10.1111/caim.12028>

REHFELD, K.; RENNINGS, K.; ZIEGLER, A. Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis. *Ecol. Econ.* v. 61, n. 1, p. 91–100, 2007.

REID, A.; MIEDZINSKI, M.; 2008. Eco-innovation e Final Report for Sectoral Innovation Watch. Final Report to Europe INNOVA Initiative, 2008. Technopolis Group, Brussels, Belgium. www.casi2020.eu/app/web1/files/download/eco-innovation.pdf (Acesso em: Agosto de 2020).

RENNINGS, K. Redefining innovation-eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecol. Econ.* v. 32, p. 319-332, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3).

RENNINGS, K.; ZWICK, T. 2003. Employment Impacts of Cleaner Production, ZEW Economic Studies, Bd.21, Heidelberg.

SALOMO, S.; TALKE, K.; STRECKER, N. Innovation field orientation and its effect on innovativeness and firm performance. *Journal of Product Innovation Management*, v. 25, p. 560-576, 2008. <https://doi:10.1111/j.1540-5885.2008.00322>.

SANTOS, D.F.L.; REZENDE, M.D.V.; BASSO, L.F.C. Eco-innovation and business performance in emerging and developed Economies. *Journal of Cleaner Production*, v. 237, Novembro 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117674>.

SCHIEDERING, T.; TIETZE, F.; HERSTATT, C. Green innovation in technology and innovation management—an exploratory literature review. *R&D Management*, v. 42, n. 2, p. 180-192, 2012.

SEGARRA-OÑA, M.; PEIRÓ-SIGNES, A.; MONDÉJAR-JIMÉNEZ, J.; VARGAS-VARGAS, M. Service vs. manufacturing: how to address more effectively eco-innovation public policies by disentangling the different characteristics of industries. *Innovation*, v. 27, n. 2, p. 134–151, 2014.

SEGARRA-OÑA, M.; PEIRÓ-SIGNES, A.; CERVELLO-ROYO, R. A Framework to Move forward on the path to eco-innovation in the construction industry: implications to improve firms' sustainable orientation. *Sci. Eng. Ethics*, v. 21, p. 1469-1484, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9620-2>

TAJEDDINI, K. Financial orientation, product innovation and firm performance - An empirical study in the Japanese SMEs. *International Journal of Innovation and Technology Management*, v. 13, n. 3, 2016.

<https://doi:10.1142/S0219877016400058>

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

TSAI, F. M.; BUI, T. D.; TSENG, M. L.; WU, K. J.; CHIU, A. S. A performance assessment approach for integrated solid waste management using a sustainable balanced scorecard approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 251, 2020.<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119740>

TSENG, M.L.; BUI, T.D. Identifying eco-innovation in industrial symbiosis under linguistic preferences: a novel hierarchical approach. *J. Clean. Prod.* v. 140, p. 1376–1389, 2017.

VAN OPPEN, C.; BRUGMAN, L. Organizational capabilities as the key to Sustainable Innovation. *Proceedings of XXII ISPIM Conference*, 12-15 de Junho, 2011, Hamburg (Alemanha).

VIEIRA DE SOUZA, W. J.; SCUR, G.; HILSDORF, W. de C. Eco-innovation practices in the brazilian ceramic tile industry: The case of the Santa Gertrudes and Criciúma clusters. *Journal of Cleaner Production*, v. 199, p. 1007–1019, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.098>

VINNOVA. 2001. Drivers of environmental innovation. *VINNOVA Innovation in focus VF 2001:1*. VINNOVA- Swedish Governmental Agency for Innovation Systems, 66. Stockholm

VIVANCO, D.F.; KEMP, R.; VOET, E.V.D. The relativity of eco-innovation: environmental rebound effects from past transport innovations in Europe. *J. Clean. Prod.* v. 101, p. 71-85, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.019>

WCED - World Commission on Environmental and Development (WCED), 1987. Report of the World Commission on Environmental and Development: "Our Common Future".

Capítulo 5



10.37423/240809265

ECO-INOVAÇÃO E AS EMPRESAS BRASILEIRAS DE CAPITAL ABERTO: UMA ANÁLISE DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

Ricardo Guimarães de Queiroz

Universidade Federal da Grande Dourados

Regio Marcio Toesca Gimenes

Universidade Federal da Grande Dourados



Resumo: O objetivo deste estudo foi analisar a eco-inovação sob a ótica das empresas brasileiras de capital aberto componentes do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da Brasil, Bolsa, Balcão (B3). Nas últimas décadas houve um crescimento na discussão sobre práticas mais sustentáveis por parte das empresas que desempenham papel crítico na degradação ambiental, acarretando em uma evolução social o que ocasionou aumento na demanda por uma sociedade global sustentável. É neste contexto que aumenta o interesse de pesquisadores e empresas pela eco-inovação que se destaca como elemento de fundamental importância. Esta pesquisa realizou uma análise descritiva, comparativa e longitudinal entre o ISE e o Índice da Bolsa de Valores do Estado de São Paulo (IBOVESPA), entre 2012 a 2021, a fim de compreender melhor o desempenho das empresas brasileiras de capital aberto, componentes do ISE. Os resultados demonstram que há grande concentração de setores nas empresas participantes do ISE. Ao se comparar os índices, fica nítido que os resultados do ISE são superiores aos do IBOVESPA. Porém, ao se analisar o desempenho individual das empresas, não fica nítido o fato de uma empresa estar ou não listada no ISE garantir resultados superiores aos obtidos pelo IBOVESPA.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Gestão corporativa; Índice de Sustentabilidade Empresarial; Brasil, Bolsa, Balcão.

1. INTRODUÇÃO

O termo eco-inovação (EI) deriva da sustentabilidade, desta forma, a literatura apresentará vários sinônimos para as inovações que possuem foco na sustentabilidade, por exemplo: inovação sustentável, inovação ambiental, inovação verde, inovação limpa e também eco-inovação (ALOISE e MACKE, 2017; DE MARCHI, 2012; VEUGELERS, 2012; BERNAUER *et al.*, 2006).

Assim, depara-se com uma variedade de conceitos sobre a EI já consagrados pela literatura. Para este trabalho utilizou-se como base o conceito de Kemp e Pearson (2007), que será apresentado na próxima seção.

Com o crescimento da discussão sobre práticas mais sustentáveis nas últimas décadas, ocorreu uma evolução social ocasionando aumento na demanda por uma sociedade global sustentável, aliada aos questionamentos sobre a atividade econômica desenfreada, que desempenha um papel crítico na degradação ambiental. É neste contexto que aumenta o interesse de pesquisadores e empresas pela EI que se destaca como elemento de fundamental importância (RENNINGS, 2000). Estudos demonstram que a EI representa, de forma significativa, melhorias em processos e produtos que geram benefícios à sociedade (BARBIER *et al.*, 2016; BERRONE *et al.*, 2013).

Desta forma, a EI figura no cenário empresarial como uma escolha inevitável para a obtenção de vantagem competitiva. Sob a crescente pressão socioambiental ela representa a busca pela sustentabilidade (CAI e Li, 2018) apresentando melhores resultados para a redução de riscos ambientais e impactos negativos ligados ao uso dos recursos envolvidos (VIEIRA DE SOUZA *et al.*, 2018), assim como, impactos econômicos e sociais.

Neste contexto, a EI é posicionada como um alvo para as organizações serem mais sustentáveis, a fim de satisfazer as partes interessadas e seus objetivos, como reduzir as externalidades ambientais negativas e alcançar as certificações verdes e as demandas dos consumidores (GARCIA-GRANERO *et al.*, 2018; KUO e SMITH, 2018). Portanto, oferece benefícios ambientais, econômicos e sociais, resultando em uma situação ganha-ganha (HOJNIK *et al.*, 2018; LEE *et al.*, 2018).

Vários autores abordaram a EI sob óticas diferentes, como exemplos, a relação entre EI e a competitividade empresarial (LEE *et al.*, 2018; RENNING, 2000), o desempenho empresarial (BECH *et al.*, 2019; ONCIOIU *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2006), a dimensão social (CAO e CHEN, 2019; BENDELL, 2017; NICOLAI e FAUCHEUX, 2015) e os impactos ambientais (ONCIOIU *et al.*, 2018; CUI, 2017). Assim, estudos relacionando a EI e a *performance* empresarial vêm sendo realizados devido à sua relevância

para as organizações (ARCHIBUGI e FILIPPETTI, 2018; STEK e Van GEENHUIZEN, 2016). Evidências mostram que empresas inovadoras tendem a obter melhores resultados (TSAI *et al.*, 2020; BACH *et al.*, 2019; LEE *et al.*, 2018; TAALBI, 2017).

Porém, a maioria destes estudos retrata a realidade internacional, sendo que poucos foram realizados no Brasil. Para este estudo, utilizou-se o ISE como *proxy* para auxiliar na compreensão das características das empresas brasileiras de capital aberto e sua relação com a EI. Desta forma, a questão que norteou esta pesquisa foi: A carteira de ações das empresas componentes do ISE apresenta melhor desempenho quando comparada a carteira de ações das empresas componentes do IBOVESPA?

Diante deste breve contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a eco-inovação sob a ótica das empresas brasileiras de capital aberto componentes do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da Brasil, Bolsa, Balcão (B3).

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para que seja possível a compreensão do termo EI, primeiramente é necessário conhecer seu significado e sua origem. Fussler e James (1996) foram pioneiros ao conceituar EI como “novos produtos e processos que agregam valor para clientes e empresas, mas diminui significativamente os impactos ambientais”. Outros autores trouxeram suas contribuições sobre o tema, e naturalmente, o conceito evoluiu junto à sociedade. Bocken *et al.* (2014) definem EI como “processo de gestão e investimento que facilite a consecução de objetivos e impulsionem a organização a obter a sustentabilidade do negócio”.

De forma sucinta, é possível notar no primeiro conceito, que existe uma nítida preocupação com a questão ambiental e econômica, de forma natural, e quase 20 anos depois, é possível notar que a definição mais recente, engloba a questão social fortalecendo assim a busca pela sustentabilidade. Portanto, o conceito de EI não está apenas atrelado as questões ambientais, mas também, à relação de competitividade entre as empresas (ESTY e WINSTON, 2009) através da implementação de novas estratégias com o intuito de criar benefícios como aumento de produtividade, competitividade, redução de custos e acesso a novos mercados (PEIRO-SIGNESet *al.*, 2013) e também a responsabilidade de apoiar a consciência ambiental da sociedade (BUHLet *al.*, 2016).

Para esta pesquisa utilizou-se como base o conceito de Kemp e Pearson (2007, p. 7):

“Eco-inovação é a produção, assimilação ou utilização de um produto, processo produtivo, serviço ou gestão, ou método de negócio que é novo para a organização (que o desenvolve ou o adota) e que resulta, considerando seu ciclo de vida como um todo, na redução do risco ambiental, da poluição e de outros impactos negativos do uso de recursos (incluindo o uso de energia) em comparação com alternativas relevantes”.

Como exemplos de EI, cita-se o uso de tecnologias de energia renovável, desenvolvimento de sistemas de prevenção da poluição do ar e da água, agricultura orgânica, criação de fundos de investimento verdes e tecnologias de emissão de carbono e tecnologias que melhoram o sistema de reciclagem (BAMMENS e HÜNERMUND, 2020; EKINS, 2010; ARUNDEL e KEMP, 2009; KEMP, 2009). Diversos estudos abordam o tema EI em várias áreas do conhecimento, cujo número de publicações vem aumentando significativamente. Ao realizar-se uma pesquisa prévia sobre EI, nos últimos dez anos, foi possível notar que, no período compreendido entre os anos de 2010 a 2019, foram publicados, na Web of Science, 9 e 82 artigos respectivamente. No mesmo período encontra-se no Scopus, 33 e 180 artigos publicados.

Estudos em setores específicos demonstram a abrangência da EI. O estudo realizado na Itália por Daddi e De Giacomo (2012) mostra que empresas que investem na criação de oportunidades diferenciadas como, inovação de produtos, tecnologia e novos empregos para gerenciar atividades eco-inovadoras ganham vantagens econômicas e eficiência nos processos produtivos do setor. Da mesma forma, outro estudo realizado por Hojnik e Ruzzier (2016) abrangendo 223 empresas eslovenas concluiu que as empresas que realizaram ajustes estratégicos com o objetivo de utilizar iniciativas eco-inovadoras obtiveram maior lucratividade, imagem sustentável positiva, crescimento, e benefícios competitivos.

Dois estudos, ocorridos na Espanha, o primeiro de autoria de Orji e Liu (2020), que analisou 3.200 empresas de manufatura, demonstrou que as regulamentações públicas e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) são os gatilhos para implementar atividades de EI, enquanto os subsídios do governo e do mercado não são considerados fatores-chave. O segundo, de autoria de Cheng e Shiu (2012) analisou 222 empresas do setor da construção e revelou que as empresas que mais investem em P&D obtiveram maior sucesso em inovações ambientais do que aqueles que não o fizeram.

Jové-Llopis e Segarra-Blasco (2018) analisaram as condições que impulsionam a EI e seus efeitos no desempenho de 442 empresas chinesas de manufatura. O estudo demonstrou que capacidades organizacionais e a criação de instrumentos para medir o grau de EI contribuiu para o seu

desenvolvimento, mostrando que a EI melhora o desempenho econômico das empresas e também o meio ambiente, alcançando assim, a eficiência dos recursos.

Contudo, Cai e Li (2018) e também Esty e Winston (2009), mostraram que fatores institucionais, como regulamentações ambientais ou pressão da concorrência para desenvolver a EI não são suficientes para que as empresas a implantem, sendo preciso observar os recursos internos que as empresas possuem. O estudo sugere melhorias no ambiente e nas políticas das empresas de forma que os recursos internos e as capacidades instaladas, possam ser melhorados para que não só a empresa, mas toda a sociedade possa se beneficiar.

Um dos principais objetivos das iniciativas europeias para suas estratégias em 2020, é implementar uma política industrial para a globalização com processos econômicos e ambientais eficientes. Assim, a EI serviria para melhorar as condições das empresas dinamizando os mercados e a sua internacionalização por meio de políticas sustentáveis (SMOL e KULCZYCKA, 2017; VENCE e PEREIRA, 2019). No entanto, é importante identificar os fatores necessários para promover este tipo de atividades, visto que são poucos os estudos que propõem um modelo de EI que serve para potencializar economias sustentáveis.

Portanto, a diversidade de estudos relacionados a EI e suas motivações diferem conforme seus objetivos e especificidades de cada país ou setor estudado. Segundo Kemp et al. (2013) os determinantes diferem de acordo às EI, países e setores.

3. MÉTODOS

Esta pesquisa realizou uma análise comparativa e longitudinal das empresas brasileiras de capital aberto, listadas na B3, em especial, as empresas que compõem o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e o Índice da Bolsa de Valores do Estado de São Paulo (IBOVESPA) a fim de compreender melhor o desempenho das empresas participantes destes índices e entender as relações existentes entre a EI e o desempenho destas carteiras, entre 2012 a 2021. Utilizaremos o ISE, pois foi o 4º Índice de Sustentabilidade criado no mundo, com início em 2005, o que demonstra sua relevância, proporcionando maior quantidade de informações.

Optou-se pela utilização da análise longitudinal, pela longevidade dos dados. Sendo assim, o período analisado corresponde ao período de 2012 a 2021. A coleta de dados foi realizada entre os meses de janeiro a março de 2021 sendo efetivada através de documentos secundários, de domínio público, que se encontram no site da B3 e das empresas pesquisadas (ISE B3, 2021).

O ISE é composto pelo resultado de uma carteira teórica de ativos, criteriosamente desenvolvida pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV-EAESP). Seu objetivo é de ser o indicador do desempenho médio das cotações dos ativos de empresas que possuem reconhecido comprometimento com o desenvolvimento sustentável, práticas e alinhamento estratégico com a sustentabilidade empresarial, além de atuar como indutor das boas práticas no meio empresarial brasileiro (ISEB3, 2021).

A partir de 2016 o ISE passou a mencionar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em sua metodologia de análise, incorporando assim, os desafios trazidos pela Agenda 2030. Sendo assim, a metodologia de inclusão das empresas no ISE é baseada em um questionário, bem abrangente, composto por questões objetivas, que possibilita avaliar o desempenho sustentável das 200 ações mais negociadas na B3, ou seja, aquelas que possuem maior liquidez de mercado (ISE B3, 2021).

O questionário considera o desempenho das empresas em sete dimensões: geral, natureza do produto, governança corporativa, econômico-financeira, ambiental, social e mudanças climáticas, que avaliam, de forma integrada, elementos ambientais, sociais e econômico-financeiros. Após o envio voluntário do questionário pelas empresas, as mesmas devem enviar os documentos corporativos comprobatórios, que confirmem as respostas assinaladas no respectivo questionário (ISE B3, 2021).

Após a etapa de análise das informações, as empresas que apresentaram desempenho satisfatório em todas as dimensões são elegíveis ao índice. O ISE é composto por uma carteira máxima de 40 empresas e terá vigência de 12 meses, com início na primeira segunda-feira de janeiro do ano vigente, até o dia anterior a entrada da nova carteira, em janeiro do ano seguinte (ISE B3, 2021).

Os dados coletados para esta pesquisa foram analisados através do software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 26, que proporcionou uma análise descritiva das informações coletadas possibilitando a identificação de padrões e relações, se houverem. Também foram utilizados testes de medida de tendência central para o cálculo das médias aritméticas simples, com a finalidade de realizar um resumo dos dados coletados. Esta última análise se deu por meio da análise da carteira, ou seja, através do cálculo da média dos resultados obtidas pelas empresas componentes do ISE, apresentados ano a ano, no período de 2012 a 2021, e também, pela análise individual das empresas, ou seja, através do cálculo da média dos resultados obtidos por cada empresa, pelo período em que elas apresentaram seus resultados, na última década.

Utilizou-se o modelo matemático de montante composto, através da utilização da taxa de desempenho equivalente anual, para realização da análise de desempenho percentual de longo prazo. Este modelo foi calculado através da equação:

$$\begin{aligned}(1+i)_{acumulado(2012)} &= (1+i_{2012}) \\ (1+i)_{acumulado(2013)} &= (1+i_{2012}) \times (1+i_{2013}) \\ \\ (1+i)_{acumulado(2021)} &= (1+i_{2012}) \times (1+i_{2013}) \dots (1+i_{2021})\end{aligned}$$

Para a realização do cálculo dos coeficientes de taxas acumuladas equivalentes anuais, utilizou-se a seguinte equação:

[illegible]

Optou-se por analisar os últimos 10 anos, para que se pudesse visualizar, de forma longitudinal, os dados coletados, a fim de captar suas variações ao longo do tempo.

Após análise, os principais resultados foram transformados em tabelas e gráficos para proporcionar melhor visualização e compreensão. Por fim realizou-se uma análise comparativa entre o ISE e o Índice Bovespa (IBOVESPA), com o intuito de compreender melhor os efeitos da eco-inovação nas empresas brasileiras de capital aberto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EMPRESAS COMPONENTES DO ISE

Ao analisar-se a base de dados, encontrou-se informações sobre o ISE a partir de 2005, ano de sua criação. Realizou-se um filtro dos últimos 10 anos, ou seja, o período correspondente entre os anos de 2012 a 2021. Desta forma, chegou-se a uma amostra de 57 empresas que participaram do índice na última década. Neste resultado considerou-se 4 aquisições ocorridas neste período: a Anhanguera foi adquirida pela Cogna, a Tractebel pela Engie, a Telemar pela Oi e a Fibria pela Suzano.

Ao longo dos anos ocorreram variações com relação a presença destas empresas junto ao ISE. As que mais se destacaram foram: AES TIETE, BANCO do BRASIL, BRADESCO, CCR, CEMIG, COPEL, DURATEX,

ECORODOVIAS, EDP, ENGIE, ITAU, ITAUSA, LIGHT, NATURA, SANTANDER e a TIM, com 10 aparições, o que significa que estas empresas estiveram presentes em todos os anos pesquisados. A Tabela 1, que demonstra a participação das empresas no ISE ao longo da última década, mostra que 61,4% das empresas compuseram o índice entre 5 a 10 anos. Na outra extremidade, 17,54% das empresas compuseram o índice por apenas 1 ano.

Tabela 1 – Empresas participantes do ISE, no período de 2012 - 2021

Período (anos)	Empresas	(%)
10	AES TIETE, BCO BRASIL, BRADESCO, CCR, CEMIG, COPEL, DURATEX, ECORODOVIAS, EDP, ENGIE, ITAU, ITAUSA, LIGHT, NATURA, SANTANDER, TIM.	28,07
9	AES ELETROPAULO, BRASKEM, BRF, CIELO, CPFL, ELETROBRAS, FLEURY, KLabin, TELEFONICA.	15,79
8	SUZANO, WEG.	3,51
7	B2W, LOJAS AMERICANAS, LOJAS RENNER.	5,26
6	SUL AMERICA.	1,75
5	EMBRAER, EVEN, MRV, VALE.	7,02
4	CESP, COELCE, GERDAU, METALÚRGICA GERDAU, SABESP.	8,77
3	BIC BANCO, COPASA, OI.	5,26
2	CELESC, MOVIDA, PETROBRAS DISTRIBUIDORA, ULTRAPAR.	7,02
1	ANHANGUERA, BTG PACTUAL, CIA BRASILEIRA DE DISTRIBUIÇÃO, COSAN, JSL, M. DIAS BRANCO, MARFRIG, MINERVA, NEO ENERGIA, PETROBRAS.	17,54
TOTAL		100,00

Fonte: Elaboração própria (2022).

Apresenta-se a nuvem de palavras contendo o nome de todas as empresas que compuseram o índice, com destaque para aquelas que participaram do ISE nos 10 últimos anos, conforme Figura 1.

Figura 1 - Nuvem de palavras



Fonte: Elaboração própria (2022).

Ao analisar o ramo de atividade de cada empresa, através dos setores aos quais as mesmas estão classificadas na B3, encontram-se ao todo 9 setores, conforme o Gráfico 1, sendo que o setor de Utilidade Pública foi o de maior representatividade no ISE, com 26,32% de participação, seguido pelo setor Financeiros e Outros com 17,54%, em terceiro lugar aparece o setor de Consumo Não Cíclico com 14,04% seguido pelo setor de Materiais Básicos com 10,53%, os 5 setores restantes apresentaram participação abaixo de 8%, sendo que a menor participação se deu no setor de Bens Industriais com apenas 3,51%.

Gráfico 1 – Número total de empresas participantes do ISE, divididas por setor, no período de 2012 – 2021



Fonte: Elaboração própria (2022).

Desta forma, fica nítido que, de 2012 a 2021, houve o predomínio de 4 setores, sendo eles: Utilidade Pública, Financeiros e Outros, Consumo Não Cíclico e Materiais Básicos. Estes setores representaram juntos, 68,42% do total de empresas que participaram do ISE neste período. Cabe salientar ainda que, dentro do setor de maior relevância, Utilidade Pública, o Subsetor que mais teve participação foi o de Energia Elétrica, representando 22,81% do total da amostra.

Comparando os resultados descritos acima com estudos anteriores, encontra-se certa divergência com relação a participação das empresas por setores. Beato et al. (2009) e Machado et al. (2009), analisaram a rentabilidade do ISE entre o período de 2005 a 2008, encontrando, para o ano de 2008, uma concentração setorial do ISE com predominância dos setores Financeiro e de Energia Elétrica. Para Beato et al. (2009) mais de 70% do ISE daquela época estava concentrado nestes 2 setores.

Os resultados demonstram que atualmente, há uma distribuição setorial menos concentrada, porém ainda longe de uma situação mais diversificada e ideal. Esta concentração pode influenciar, positiva ou negativamente o índice, caso estes setores sofram oscilações acentuadas em suas atividades com impacto na cotação de suas ações.

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O ISE VERSUS O IBOVESPA

Quando se analisa os resultados anualizados de fechamento dos índices, conforme a Tabela 2, é possível notar que a volatilidade do ISE é bem menor quando comparado ao IBOVESPA. O menor fechamento do ISE, no período analisado, foi de 2.118 pontos no ano de 2015 sendo que seu maior fechamento foi de 4.153 pontos em 2020, o que corresponde a 96% de variação entre sua mínima e máxima para este período, apresentando um coeficiente de variação de 26,34%, ou seja, possuindo média dispersão. Realizando o mesmo procedimento com o IBOVESPA, nota-se que o menor fechamento foi de 43.349 pontos, também em 2015, sendo seu maior fechamento também em 2020 com 119.017 pontos, correspondendo a 174,5% de variação entre seus extremos, apresentando um coeficiente de variação de 37,86%, apresentando alta dispersão, ou seja, possuindo uma amostra heterogênea.

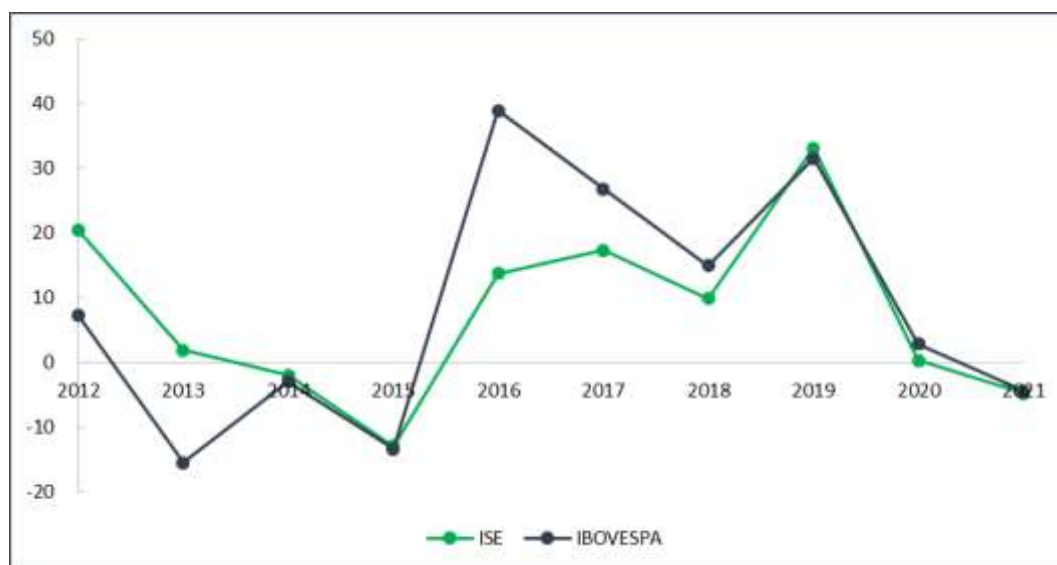
Tabela 2 - Comparativo do fechamento do ISE versus IBOVESPA, em pontos, no período de 2012–2021

Ano	ISE (pontos)	IBOVESPA (pontos)
2012	2.433	60.952
2013	2.480	51.507
2014	2.432	50.007
2015	2.118	43.350
2016	2.410	60.227
2017	2.830	76.402
2018	3.109	87.887
2019	4.140	115.645
2020	4.153	119.017
2021	3.965	114.781
Média	3.007	77.978
Variância	627.120	871.698.684
Desvio-padrão	791,90	29.524,50
Coeficiente de variação (%)	26,34	37,86

*Resultado referente ao primeiro trimestre de 2021.

Fonte: Elaboração própria, com base nas informações obtidas na B3 (2022).

Ao analisar de forma descritiva a variação dos índices, quando comparada ao seu respectivo ano anterior, foi possível notar que o ISE, na média do período analisado, variou 7,74%, variação menor que o IBOVESPA que apresentou 8,66% de média no mesmo período. O ISE apresentou apenas três períodos com variação positiva maior que o IBOVESPA, sendo elas: 20,49% em 2012, 1,94% em 2013 e 33,19% em 2019. Para os anos de 2014 e 2015, apesar de apresentar variação negativa, esta foi pouco menor que a variação, também negativa, do IBOVESPA, sendo elas: -1,94% e -12,90% respectivamente. Para os demais períodos manteve variação abaixo do IBOVESPA. Pode-se observar tais variações no Gráfico 2.

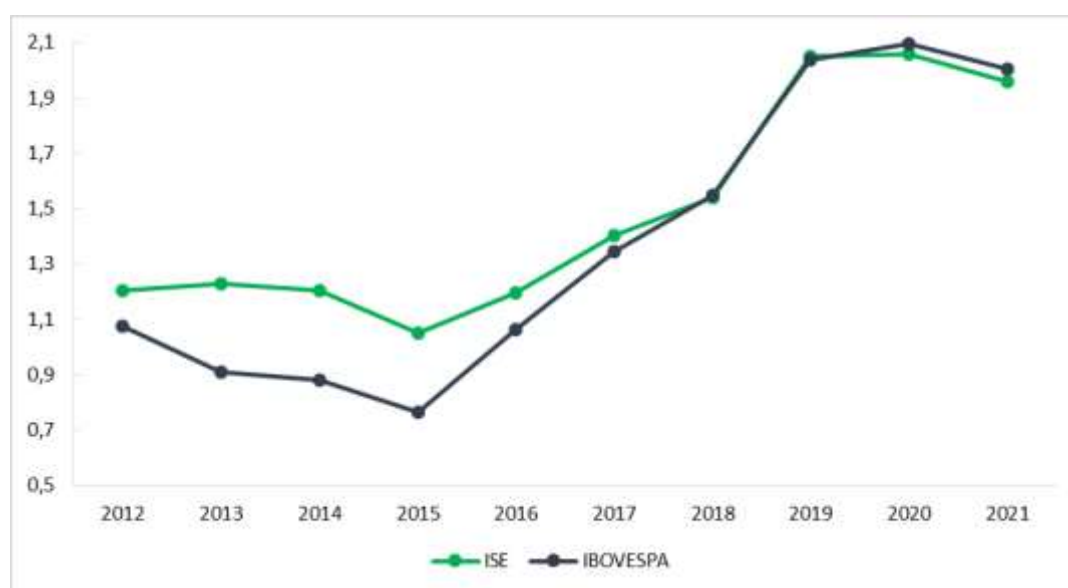
Gráfico 2 - Comparativo da variação, em percentual, do ISE versus IBOVESPA

*Resultado referente ao primeiro trimestre de 2021.

Fonte: Elaboração própria com base nas informações obtidas na B3 (2022).

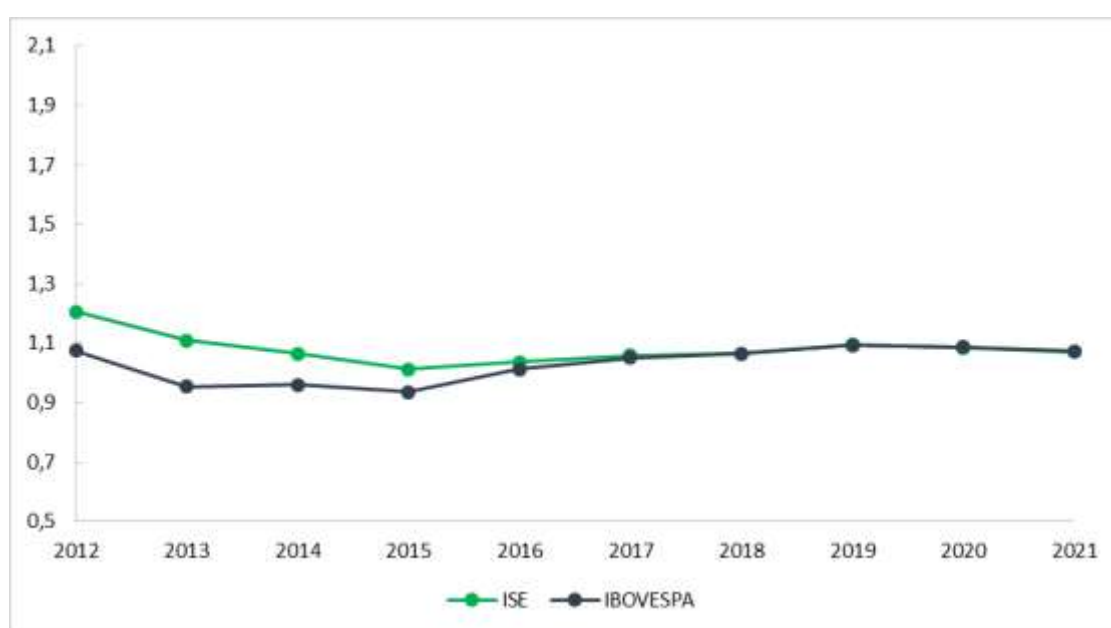
Cabe ressaltar que os dados que representam o Gráfico 2, não levam em conta os efeitos da acumulação composta, utilizada em análises longitudinais, pois foram calculadas pela média aritmética simples. Portanto, para ajustar-se os dados, na tentativa de eliminar distorções tornando a comparação mais equânime, utilizou-se o modelo matemático de montante composto, conforme descrito nos métodos desta pesquisa.

Desta forma apresentam-se os resultados que demonstram o retorno acumulado de forma composta e também o equivalente ano a ano. Os cálculos estão representados no Anexo I. Ao observar o retorno acumulado, conforme o Gráfico 3, nota-se que existe uma pequena diferença entre os anos de 2012 a 2017, sendo que a partir de 2018 esta diferença é praticamente nula.

Gráfico 2 - Desempenho acumulado anualizado do ISE versus IBOVESPA, no período de 2012 - 2021

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quando se observa o retorno equivalente, conforme o Gráfico 4, nota-se que existe uma pequena diferença entre os anos de 2012 a 2015, sendo que a partir de 2016 esta diferença é praticamente nula. É possível notar que o desempenho equivalente anual do ISE nos últimos 10 anos, foi de 5,79%. Neste mesmo período, o desempenho do IBOVESPA foi de 5,08%. Há, portanto, uma pequena diferença entre os resultados com vantagem de 0,71% para o ISE.

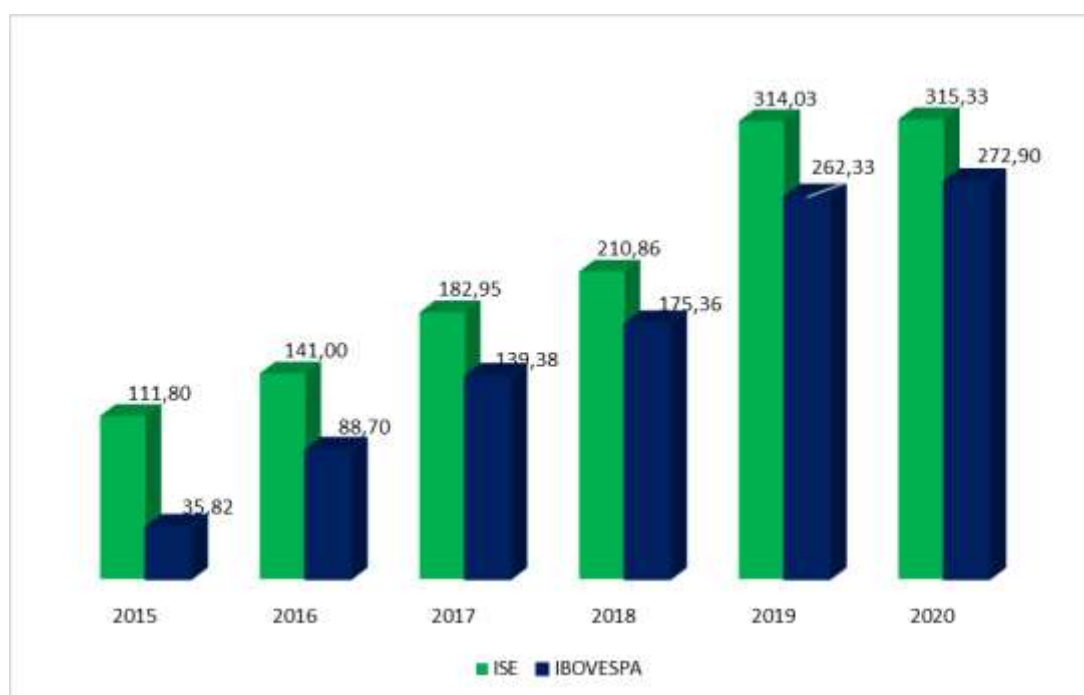
Gráfico 3 - Desempenho equivalente anualizado do ISE versus IBOVESPA, no período de 2012 - 2021

Fonte: Elaboração própria (2022).

Após análise dos boletins informativos da B3 comparando o ISE *versus* o IBOVESPA, compilou-se os dados para a construção do Gráfico 5, onde é possível visualizar, em percentagem, o desempenho dos dois índices. As informações de desempenho foram coletadas no final de cada período, ou seja, referem-se ao mês de dezembro de cada ano. É necessário fazer uma observação, pois os dados encontrados nestes boletins compreendem apenas os anos de 2015 a 2020.

Assim, é possível notar que o desempenho do ISE foi superior ao IBOVESPA durante o período analisado. A maior discrepância se dá no ano de 2015, onde o ISE obteve um desempenho 212% maior que o IBOVESPA. A menor variação de desempenho se dá em 2020, onde o ISE supera o IBOVESPA em apenas 15,5% neste ano.

Gráfico 4 - Comparação entre o desempenho do ISE versus o IBOVESPA, em percentagem, no período de 2012 - 2021



*Os dados encontrados nestes boletins compreendem os anos de 2015 a 2020.

Fonte: Elaboração própria, com base nas informações obtidas nos boletins informativos da B3 (2022).

Estes resultados corroboram os de Souza et al. (2014) que evidenciaram desempenho superior do ISE quando comparado ao IBOVESPA no período de 2006 a 2011. Corroboram também os resultados de Beato et al. (2009) que encontraram, em seus estudos, maior desempenho do ISE frente ao IBOVESPA, no período de 2005 a 2008, período este analisado pelos autores.

Para Krue (2011) o ISE é considerado um referencial (Benchmark) para orientar investidores a investirem em empresas sustentáveis. Segundo Maehara (2013), o ISE procurou agregar valor através do desenvolvimento sustentável, responsabilidade social e segurança aos acionistas.

Porém, mesmo com estes resultados, a literatura, até o momento, nos mostra que existem divergências quanto aos estudos sobre o ISE versus IBOVESPA. Na contramão destes resultados, estudos como os realizados por Machado et al. (2009), Rezende et al. (2008), Crane et al. (2008) e McWilliams et al. (2006) afirmam que não há relação entre os indicadores, sendo assim, não há diferenciação entre os retornos destas empresas. Estas inconsistências nos resultados, podem se relacionar as diferentes formas em que tais estudos foram realizados para mensurar o desempenho empresarial (MADARIAGA e CREMADES, 2010). Portanto, é necessário ampliar o volume de trabalhos que pesquisam o mesmo tema, a fim de tentar, no futuro, criar um método mais preciso para que se possa afirmar, ou não, esta relação.

4.3 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA CARTEIRA (ISE) E INDIVIDUAL DAS EMPRESAS

Nesta seção analisou-se o desempenho, ano a ano, da carteira composta pelas empresas que compuseram o ISE na última década. Por não encontrar documentos que expressassem seus desempenhos, excluímos desta análise a AES Eletropaulo e o BIC Banco, empresas que foram vendidas para empresas estrangeiras. Portanto, analisou-se, nesta etapa, 55 empresas. É importante salientar que nem todas as empresas participaram ativamente dos 10 anos pesquisados.

Ao analisar a variação da carteira durante o período estudado, a mesma apresentou grande amplitude, conforme a Tabela 3. O valor correspondente à variação mais baixa, ou seja, o valor mínimo encontrado na amostra foi da empresa COPEL, representando uma queda de 90,29%, ocorrida em 2021. Possivelmente, esta queda expressiva se deu pelo período conturbado em que a pandemia da COVID-19 impactou a economia mundial (SOUZA et al., 2014).

Na contrapartida, o valor correspondente à variação mais alta, ou seja, o valor máximo encontrado na amostra foi da empresa BTG-Pactual, representando um crescimento de 382,51%, ocorrida em 2019. Isto demonstra uma grande amplitude e volatilidade da carteira ao longo da última década. O resultado da análise das médias destas variações apresentou médias positivas durante 7 anos e médias negativas nos 3 anos restantes. A maior média foi apresentada no ano de 2019, representando um crescimento de 48,83% neste ano, sendo que a menor foi apresentada em 2015, representando uma queda de 10,07% neste ano. Por fim, o coeficiente de variação para os valores mínimos foi de 35,67%,

e para os valores máximos foi de 58,66%, ambos apresentaram alta dispersão, ou seja, os valores são heterogêneos.

Tabela 3 - Carteira composta pelas empresas componentes do ISE, no período de 2012 - 2021

Ano	Mínimo	Máximo	Média
2012	-57,85	126,45	27,89
2013	-54,78	87,4	4,10
2014	-74,72	147,38	2,49
2015	-81,94	148,84	-10,07
2016	-45,66	186,18	42,76
2017	-24,03	116,24	22,12
2018	-65,28	126,7	9,87
2019	-32,81	382,51	48,83
2020	-75,99	152,87	-3,33
2021	-90,29	48,32	-6,46
Média	60,33	152,29	
Variância	463,18	7.980,97	
Desvio-padrão	21,52	89,33	
Coeficiente de variação (%)	35,67	58,66	

Fonte: Elaboração própria (2022). *Resultado referente ao primeiro trimestre de 2021.

A Tabela 4, apresenta os resultados da análise do desempenho individual de cada empresa participante do ISE ao longo dos 10 últimos anos. Primeiramente é preciso salientar que a grande maioria das empresas analisadas apresentaram, em 2020 (61,81% das empresas) e no 1º trimestre de 2021 (76,36% das empresas), resultados negativos, provavelmente fruto da pandemia de COVID-19 que assolou a economia mundial (SOUZA et al., 2014).

Ao analisar-se as médias individuais de cada empresa ao longo do período estudado, é possível notar que, apenas 3 apresentaram resultados negativos. A Cielo, que participou do ISE entre 2014 a 2021, vem apresentando dificuldades de desempenho nos últimos 5 anos. A Neo Energia entrou no ISE em 2020, portanto, sua participação no índice tem apenas 2 anos consecutivos, demonstrando resultados negativos. Por fim, a OI que participou entre os anos de 2012 a 2014, vem apresentando resultados negativos por estar em recuperação judicial.

Na outra extremidade, a maioria das empresas apresentaram resultados positivos. O BTG Pactual apresentou média acima de 95%, considerando que adentrou no ISE em 2018, demonstrando resultados negativos em 2018 e 2021, porém, em 2019, o resultado foi de 382% neste ano.

Outras empresas, como a Movida, Petrobrás e Petrobrás Distribuidora, que participaram do ISE por apenas 1 ou 2 anos, também apresentaram média positiva, mesmo apresentando em seus últimos resultados valores negativos.

A maioria das empresas, mesmo durante o período em que participaram do ISE, apresentaram em determinados momentos resultados negativos ou até mesmo um resultado inferior quando comparado ao ano anterior. Quando se analisa as médias de desempenho destas empresas por ano, é possível notar que apenas em 2015 elas apresentaram desempenho negativo (-10,07%). Posteriormente este desempenho se repete nos anos de 2020 e 2021, o que pode ser explicado pela pandemia.

Estes resultados demonstram que há muita volatilidade no mercado financeiro sendo o mesmo impactado por diversos fatores econômicos nacionais ou internacionais, como: política fiscal e monetária dos países, o mercado internacional de commodities, o mercado cambial, as crises nacionais e internacionais, tais como a pandemia de COVID-19 que afetou, recentemente, o mundo todo.

Tabela 4 - Desempenho das ações das empresas componentes do ISE (análise da carteira), no período de 2012 – 2021

EMPRESAS	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Média/ empresa
AES TIETE					12,25	-9,15	-20,62	110,78	-22,09	4,18	12,56
ANHANGUERA	0,00	68,74	62,51	-36,91	43,82	36,40	-51,13	23,17	-59,91	-19,02	7,52
B2W	88,83	-12,79	62,51	-31,04	-32,77	116,24	110,52	47,04	20,26	-22,86	34,59
BCO BRASIL	14,89	1,65	3,80	-31,12	102,42	16,17	40,45	8,91	-27,27	-24,39	10,55
BRADESCO	39,13	5,23	11,77	-22,91	65,33	22,69	5,42	-4,30	-29,53	-2,12	9,07
BRASKEM	-15,71	65,50	-29,24	59,98	115,66	43,25	4,62	-31,15	-20,57	48,32	24,07
BRF	16,06	17,08	30,66	-10,05	-10,12	-24,03	-41,17	56,79	-37,63	9,86	0,75
BTG PACTUAL							-6,21	382,51	12,72	-5,10	95,98
CCR	66,15	-5,71	-8,98	-13,51	34,39	2,80	-32,37	58,17	-29,73	-11,29	5,99
CELESC	-57,85	87,40	147,38	0,00	0,00	36,74	53,33	4,33	25,03	-0,32	29,60
CEMIG	23,68	2,41	19,11	-52,04	36,24	-17,40	126,70	1,04	4,93	-5,94	13,87
CESP	-36,59	28,36	31,37	-42,21	25,68	-7,03	87,05	60,89	-13,66	17,86	15,17
CIA BRAS. DE DISTRIBUIÇÃO						84,76	0,02	4,55	-15,56	-58,15	3,12
CIELO	47,06	42,95	31,52	-1,08	3,40	5,95	-63,14	-13,08	-52,94	-11,17	-1,05
COELCE	55,72	4,18	12,47	-3,99	0,00	21,66	-21,89	36,84	39,62	-29,43	11,52
COPASA	36,36	-14,12	-30,46	-37,94	149,13	27,62	40,29	6,57	-75,99	-11,03	9,04
COPEL	-20,77	-4,69	22,41	-30,85	29,95	15,74	44,03	132,97	1,41	-90,29	9,99
COSAN	57,84	-4,25	-16,87	-9,94	64,16	12,19	-21,36	97,08	7,42	21,57	20,78
CPFL	-12,45	-8,09	2,02	-15,28	73,32	-22,69	47,95	23,91	-8,80	-8,30	7,16
DURATEX	71,41	-2,28	-30,30	-22,30	17,83	38,55	26,52	37,16	14,61	-2,19	14,90
ECORODOVIAS	27,65	-10,33	-19,15	-49,47	73,48	54,14	-23,93	67,70	-19,21	-16,89	8,40
EDP	-4,53	-6,13	-12,17	37,44	24,72	6,54	4,61	55,85	-10,68	-1,30	9,44
ELETROBRAS	7,05	1,12	4,54	-4,88	0,00	-4,18	5,76	29,66	5,05	-6,51	3,76
EMBRAER	22,98	31,57	30,07	24,37	-45,66	32,89	2,99	-8,23	-55,64	46,76	8,21
ENGIE BRASIL	18,83	14,96	-1,45	3,29	7,81	-0,34	-6,99	47,67	-13,84	-5,90	6,40
EVEN	58,91	-11,73	-30,29	-20,08	-5,14	55,56	3,27	158,04	-22,05	-15,47	17,10
FLEURY	6,92	-17,71	-3,94	0,70	142,54	71,75	-33,38	52,19	-13,09	-7,71	19,83
GERDAU	28,58	-3,00	-45,43	-54,29	128,57	28,02	11,27	39,11	17,70	14,34	16,49
GERDAU MET	20,31	5,04	-53,03	-81,94	186,18	20,05	39,25	15,18	10,81	11,12	17,30

EMPRESAS	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Média/ empresa
ITAU	12,79	3,00	20,53	-14,47	35,41	27,56	18,73	6,59	-13,21	-11,61	8,53
ITAUSA	14,71	-0,11	-19,16	-15,37	36,35	29,24	22,13	2,41	-12,61	-9,39	4,82
JSL	52,26	14,12	-19,08	-41,65	40,73	-8,44	-11,88	267,22	-60,22	-24,89	20,82
KLABIN	65,89	-4,15	37,71	148,84	-38,20	-20,22	-15,41	-5,33	26,53	8,27	20,39
LIGHT	-14,14	3,42	-15,31	-38,56	82,90	-13,88	-2,54	42,96	1,84	-18,63	2,81
LOJAS AMERICANAS	83,39	-23,25	22,04	-3,60	23,87	6,32	19,57	30,81	4,50	2,10	16,58
LOJAS RENNER	70,37	-21,91	27,95	15,23	41,00	79,70	21,70	29,02	-23,24	-2,43	23,74
M. DIAS BRANCO	65,87	28,94	-8,03	-24,32	76,06	21,16	-15,33	-15,03	-10,72	-8,58	11,00
MARFRIG	-2,50	-53,33	50,38	3,37	4,76	16,38	-24,79	76,28	43,95	19,65	13,42
MINERVA	126,45	2,18	-13,75	34,27	-7,55	-6,41	-54,01	150,29	-20,96	-4,01	20,65
MOVIDA						0,00	16,85	111,27	7,66	-20,09	28,92
MRV	15,90	-25,42	-7,34	21,90	31,68	46,87	-17,82	70,76	-12,95	-5,33	11,83
NATURA	69,98	-27,02	-18,69	-21,81	0,00	47,72	39,75	66,61	35,03	-7,90	18,37
NEO ENERGIA								0,00	-29,09	-7,67	-18,38
OI	0,00	-54,78	-74,72	-74,53	11,61	43,48	-65,28	-32,81	152,87	-14,86	-10,90
PETROBRAS	-13,45	-19,16	-38,20	-10,45	103,77	2,36	47,33	20,08	-10,71	-19,35	6,22
PETROBRAS DISTRIBUIDORA						0,00	50,03	16,78	-26,84	-2,47	9,38
SABESP	74,90	-6,44	-32,58	12,28	56,46	21,48	-8,14	73,47	-26,68	-8,79	15,60
SANTANDER	31,56	17,34	20,68	42,14	143,27	-8,69	18,07	6,49	-18,88	-14,92	23,71
SUL AMERICA						0,00	106,54	124,25	-28,54	-21,81	45,11
SUZANO						0,00	103,64	3,04	46,17	22,48	43,83
TELEFONICA	-1,17	0,38	7,44	-3,87	16,15	19,28	-0,36	18,48	-4,28	-2,49	4,96
TIM	-8,67	54,91	-2,25	-40,30	18,52	68,38	-9,54	29,50	-6,33	-12,99	9,12
ULTRAPAR	47,93	23,63	-5,59	21,17	19,06	18,78	-30,31	-6,15	-6,83	-12,67	6,90
VALE	12,50	-12,42	-35,14	-36,98	106,67	60,85	21,92	4,92	62,00	8,98	19,33
WEG	45,81	17,37	29,09	-0,54	6,85	55,55	-29,56	92,56	117,02	-4,73	32,94

Fonte: Elaboração própria com base nas informações obtidas nos sites das empresas (2022).

5. CONCLUSÃO

Ao analisar a eco-inovação sob a ótica das empresas brasileiras de capital aberto, no período de 2012 a 2021, através da comparação entre o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e IBOVESPA, foi possível notar que, ao longo da última década, houve grande concentração de setores nas empresas participantes do ISE. Quatro deles predominam, sendo que esta concentração pode influenciar, positiva ou negativamente o índice, caso algum destes setores sofra oscilações acentuadas.

Quando se compara os resultados do ISE versus o IBOVESPA, fica nítido que os resultados do ISE são superiores aos do IBOVESPA. Na análise da variação anualizada entre os índices, o ISE apresentou variação superior ao IBOVESPA por cinco anos, sendo que nos outros cinco, o IBOVESPA foi superior, porém, em 2015 e 2012, a variação muito pequena.

Quando se analisou o desempenho acumulado, o ISE apresentou seis períodos acima do IBOVESPA, apenas dois períodos abaixo e também dois períodos em igualdade. No desempenho equivalente, o ISE apresentou cinco períodos acima do IBOVESPA e os outros cinco em igualdade, sendo que não apresentou nenhum período efetivamente abaixo do IBOVESPA.

Porém, ao se analisar o desempenho individual das empresas, durante sua participação no ISE se torna impossível afirmar que o fato de uma empresa estar ou não listada no ISE garante um resultado melhor que o obtido pelo IBOVESPA. Além disso, muitas empresas listadas no ISE também tem seus ativos listados no IBOVESPA, o que pode acarretar uma dupla contagem. Desta forma, é necessário realizar mais estudos acerca deste tema, afim de se encontrar uma modelagem econométrica que possa solucionar esta questão. Contudo, muitos fatores podem influenciar o desempenho empresarial, a priori, como visto na literatura, a eco-inovação traz benefícios inclusive financeiros as empresas que a adotam.

Este estudo apresentou como limitação a metodologia de análise, baseada na estatística descritiva, desta forma, sugere-se a realização de novos estudos acerca deste tema que possam utilizar outras metodologias de forma a abordar com maior riqueza de informações e variáveis a eco-inovação.

REFERÊNCIAS

- ALOISE, P. G.; MACKLE, J. Eco-innovations in developing countries: The case of Manaus Free Trade Zone (Brazil). *Journal of Cleaner Production*. v. 168, p. 30-38, 2017.
- ARUNDEL, A.; KEMP, K. Measuring Eco-innovation. UNI-MERIT Working Paper Series n. 017, 2009. Maastricht, The Netherlands. www.merit.unu.edu/publications/wppdf/2009/wp2009-017.pdf (Acesso em: 14 de Agosto de 2021).
- ARCHIBUGI, D.; FILIPPETTI, A. The retreat of public research and its adverse consequences on innovation. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 127, p. 97-111, 2018. <http://doi:10.1016/j.techfore.2017.05.022>
- BACH, T. M.; DALAZEN, L. L.; da SILVA, W. V.; FERRARESI, A. A.; da VEIGA, C. P. Relationship Between Innovation and Performance in Private Companies: Systematic Literature Review. *SAGE Open*, v. 9, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.1177/2158244019855847>
- BAMMENS, Y.; HUNERMUND, P. Nonfinancial Considerations in Eco-Innovation Decisions: The Role of Family Ownership and Reputation Concerns. *J. Prod. Innovation Management*. v. 0, n. 0, p. 2-23, 2020. <https://doi.org/10.1111/jpim.12550>
- BARBIERI, N.; GHISSETTI, C.; GILLI, M.; MARIN, G.; NICOLLI, F. A survey of the literature on environmental innovation based on main path analysis. *Journal of Economic Surveys*, v. 30, p. 596–623, 2016.
- BEATO, R. S.; SOUZA, M. T. S.; PARISOTTO, I. S. Rentabilidade dos índices de sustentabilidade empresarial em bolsa de valores: um estudo do ISE/BOVESPA. *Revista de Administração e Inovação (RAI)*, USP, v. 6, n. 3, p. 108-127, 2009.
- BENDELL, B. L. I don't Want to be Green: Prosocial Motivation Effects on Firm Environmental Innovation Rejection Decisions. *Journal of Business Ethics*, v. 143, n. 2, p. 277–288, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2588-2>
- BERNAUER, T.; ENGEL, S.; KAMMERER, D.; SEJAS-NOGAREDA, J. Explaining green innovation: ten years after porter's win-win proposition: how to study the effects of regulation on corporate environmental innovation? *Politische Vierteljahresschrift*. v.39, jun, 2006.
- BERRONE, P.; FOSFURI, A.; GELABERT, L.; GOMEZ-MEJIA, F. Necessity as the mother of 'green' inventions: Institutional pressures and environmental innovations. *Strategic Management Journal*, v. 34, p. 891–909, 2013.
- BOCKEN, N.M.; SHORT, S.W.; RANA, P.; EVANS, S. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *J. Clean. Prod.* v. 65, p. 42-56, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>.
- BUHL, A.; BLAZEJEWSKI, S.; DITTMER, F. The More, the Merrier: Why and How Employee-Driven Eco-Innovation Enhances Environmental and Competitive Advantage. *Sustainability*, v. 8, n. 9, p. 1-17, 2016.

CAI, W.; LI, G. The drivers of eco-innovation and its impact on performance: evidence from China. *Journal of Cleaner Production*. v. 176, p. 110-118, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.109>.

CAO, H.; CHEN, Z. The driving effect of internal and external environment on greeninnovation strategy- The moderating role of top management's environmental awareness. *Nankai Business Review International*. 2019.

CHEN, Y. S.; LAI, S. B.; WEN, C. T. The influence of green innovation performance on corporate advantage. in Taiwan. *J. Bus. Ethics*. v. 67, n. 4, p. 331-339, 2006. <https://doi.org/10.1007/s.10551-006-9025-5>

CHENG, C. C.; SHIU, E. C. Validation of a proposed instrument formeasuring eco-innovation: An implementation perspective. *Technovation*, v. 32, p. 329–344, 2012.

CRANE, A.; McWILLIAMS, A.; MATTEN, D.; MOON, J.; SIEGEL, D. S. (2008) The Corporate Social Responsibility Agenda. In: *The Oxford Handbook of Corporate Social Responsibility*. New York: Oxford University Press.

CUI, L. Fuzzy approach to eco-innovation for enhancing business functions: a case study in China. *Industrial Management & Data Systems*, 2017.

DE MARCHI, V. Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*. v. 41, p. 614-623, 2012.

EKINS, P. Eco-innovation for environmental sustainability: concepts, progress and policies. *Int. Econ. Econ. Policy*, v. 7, p. 267-290, 2010.

ESTY, D.; WINSTON, A. 2009. *Green to gold: How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

FUSSLER, C.; JAMES, P. 1996. *Driving eco-innovation: a break-through discipline for innovation and sustainability*. Pitman Pub, London.

GARCIA-GRANER, E.M.; PIEDRA-MUNOZ, L.; GALDEANO-GOMEZ, E. Eco- innovation measurement: a review of firm performance indicators. *J. Cleaner Prod*, v. 191, p. 304–317, 2018.

GOMES, A. R. V; WEISS, L. A. S; LIMA, S. L. L. de; SANTOS, G. V, dos; SOUZA, R. F. de. A relação entre o retorno do índice de sustentabilidade empresarial(ISE) e os ÍNDICES BM&FBOVESPA. *XX SemeAd – Seminários em Administração*. Nov. 2017.

HOJNIK, J.; RUZZIER, M. What drives eco-innovation? A review of an emerging literature. *Environ. Innov. Soc. Transit*. v. 19, p. 31–41, 2016.

HOJNIK, J.; RUZZIER, M.; MANOLOVA, T.S. Internalization and economic performance: the mediating role of eco- innovation. *J. Cleaner Prod*. v. 171, p. 1312–1323, 2018.

ISE B3 – Índice de Sustentabilidade Empresarial. 2021. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/indice-de-sustentabilidade-empresarial-ise.htm. Acesso em 06/03/2021.

JOVÉ-LLOPIS, E.; SEGARRA-BLASCO, A. Eco-innovation strategies: A panel data analysis of Spanish manufacturing firms. *Bus. Strateg. Environ.* v. 27, p. 1209–1220, 2018.

KEMP, R.; PEARSON, P. 2007. Final report MEI project about measuring eco-innovation. EU FP6 funded project 044513. UMMERIT, ZEW, DTU, ICL, LEIA, Maastricht.

KEMP, R. From end-of-pipe to system innovation. p. 1–26, 2009. Copenhagen: DRUID Summer Conference. Disponível em: <http://kemp.unu-merit.nl/Paper%20for%20DRUID%20conference%20Kemp4.pdf>

KEMP, R.; LOPEZ, F.J.D.; BLEISCHWITZ, R. 2013. Report on Green Growth and Ecoinnovation. Deliverable 2.2 of FP7 Project “EMInn eEnvironmental Macroindicators of Innovation”. Maastricht University, Netherlands Organisation for Applied Scientific Research TNO and Wuppertal Institute for Climate, Energy and the Environment, Maastricht, Delft and Wuppertal, The Netherlands. Disponível em: www.researchgate.net/profile/Fernando_Javier_Diaz_Lopez/publication/263372141Report_on_Green_Growth_and_Ecoinnovation/links/02e7e53aae37631385000000.pdf

KRUEL, M. Reação do Mercado ao Ingresso (Saída) do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE): Estudo de Evento e Análise de Liquidez. 2011. 125 f. Dissertação de Mestrado em Administração, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, 125 f., 2011.

KUO, T.C.; SMITH, S. A systematic review of technologies involving eco-innovation for enterprises moving towards sustainability. *J. Cleaner Prod.* v. 192, p. 207–220, 2018.

LEE, C. H.; WU, K. J.; TSENG, M. L. Resource management practice through eco-innovation toward sustainable development using qualitative information and quantitative data. *Journal of Cleaner Production*, v. 202, p. 120–129, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.058>

MACHADO, M. R.; MACHADO, M. A. V.; CORRAR, L. J. Desempenho do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da Bolsa de Valores de São Paulo. *Revista Universo Contábil*, v. 5, n. 2, p. 24-38, 2009.

MADARIAGA, J. G.; CREMADES, F. R. Corporate social responsibility and the classical theory of the firm: are both theories irreconcilable? *Innovar Journal*. v. 20, n. 37, 2010.

MAEHARA, L. M. Análise das Empresas Excluídas da Carteira do ISE no Período de 2005 a 2012. In: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, São Paulo, 2013.

McWILLIAMS, A.; SIEGEL, D. S.; WRIGHT, P. M. Corporate Social Responsibility: Strategic Implications. *Journal of Management Studies*, v. 43, n. 1, p. 1-18, 2006.

NICOLAI, I.; FAUCHEUX, S. Business models and the diffusion of eco-innovations in the eco-mobility sector. *Society and Business Review*, 2015.

ONCIOIU, I.; IFRIM, A. M.; PETRESCU, A. G.; BĂICAN, F. R. 2018. Role of green innovation and business performance: evidence from romanian smes. *EEA - Electrotehnica, Electronica, Automatica*.

ORJI, I.J.; LIU, S. A dynamic perspective on the key drivers of innovation-led lean approaches to achieve sustainability in manufacturing supply chain. *Int. J. Prod. Econ.* v. 219, p. 480–496, 2020.

PEIRÓ-SIGNES, A.; PAYÁ-MARTÍNEZ, A.; MIGUEL-MOLINA, M. What is influencing the sustainable attitude of the automobile industry? In: *Environmental Issues in Automotive Industry*. Berlin, Germany: Springer, 2014.

REIS, E.A.; REIS, I.A. 2002. Análise Descritiva de Dados. Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG. Disponível em: www.est.ufmg.br.

RENNINGS, K. Redefining innovation-eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecol. Econ.* v. 32, p. 319-332, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3).

REZENDE, I. A. C.; NUNES, J. G.; PORTELA, S. S. Um estudo sobre o desempenho financeiro do Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial. *Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade*, v. 2, n. 4, p. 93-122, 2007.

SMOL, M.; KULCZYCKA, J. Circular economy indicators in relation to eco-innovation in European regions. *Clean. Technol. Environ. Policy*, v. 19, p. 669–678, 2017.

SOUZA, F. S.; ZUCCO, A.; TOMÉ, I. M.; PEREIRA, R. S. Análise do índice de sustentabilidade empresarial (ISE): um estudo exploratório comparativo com o IBOVESPA. *Rev. Científica da Escola de Gestão e Negócios. Universidade Potiguar*. Ano 4. Edição especial, 2014.

STEK, P. E.; VAN GEENHUIZEN, M. S. The influence of international research interaction on national innovation performance: A bibliometric approach. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 110, p. 61-70, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.09.017>

TAALBI, J. What drives innovation? Evidence from economic history. *Research Policy*, v. 46, p. 1437-1453, 2017.

TSAI, F. M.; BUI, T. D.; TSENG, M. L.; WU, K. J.; CHIU, A. S. A performance assessment approach for integrated solid waste management using a sustainable balanced scorecard approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 251, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119740>

VENCE, X.; PEREIRA, Á. Eco-innovation and Circular Business Models as drivers for a circular economy. *Contad. Y Adm.* v. 64, p. 1–19, 2019.

VEUGELERS, R. 2012. Inducing private clean innovations. Available at SSRN 2190810.

VIEIRA DE SOUZA, W. J.; SCUR, G.; HILSDORF, W. de C. Eco-innovation practices in the brazilian ceramic tile industry: The case of the Santa Gertrudes and Criciúma clusters. *Journal of Cleaner Production*, v. 199, p. 1007–1019, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.098>

Capítulo 6



10.37423/240909287

DOENÇAS DO MARACUJAZEIRO E ESTRATÉGIAS DE MANEJO

Luanna Fernandes Pereira

Universidade Federal de Viçosa

Ednilson Carvalho Teixeira

Universidade Federal de Viçosa

Bruna Oliveira Monteiro

Universidade Federal de Viçosa

Carlos Eduardo Magalhães dos Santos

Universidade Federal de Viçosa



Resumo: A cultura do maracujazeiro possui grande potencial econômico e social, especialmente na agricultura familiar. O Brasil, sendo o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, se beneficia de condições climáticas favoráveis para o cultivo. No entanto, apesar desse potencial, a produtividade média nacional de 15,30 toneladas por hectare está abaixo do esperado que varia entre 30 e 70 toneladas por hectare. Esse baixo desempenho produtivo é atribuído principalmente às doenças que afetam a cultura. As doenças representam uma das principais limitações para o maracujazeiro azedo, resultando em menor produtividade e longevidade das plantas. Entre as principais doenças que comprometem a produção estão a fusariose, vírus CAMBV, begomovírus, mancha bacteriana, verrugose, antracnose, phytophthora e nematóides. O objetivo da revisão é explorar os sintomas dessas doenças e as alternativas de manejo para melhorar a produtividade e a longevidade dos pomares.

INTRODUÇÃO

A cultura do maracujazeiro possui grande potencial de crescimento em razão da elevada importância econômica e social devido a comercialização de seus frutos e produtos derivados (Santos-Jiménez et al., 2022). Esse cultivo é especialmente relevante no contexto da agricultura familiar, proporcionando renda e segurança social (Santos et al., 2017). Entre todas as espécies, destaca-se o maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims), que é amplamente o mais explorado economicamente, sendo o Brasil o maior produtor e consumidor mundial, tanto de frutas in natura quanto de produtos processados (Fonseca et al., 2022). Essa predominância se deve às condições climáticas favoráveis (clima tropical com alta luminosidade) que cooperam para o cultivo dessa cultura (Antunes et al., 2022).

No ano de 2022, a produção de maracujá brasileira alcançou 697.859 t, com produtividade média de 15,30 t ha⁻¹, em uma área plantada de aproximadamente 45.602 hectares. As regiões Nordeste e Sudeste se destacaram como líder no ranking de produção, contribuindo com 69,8% e 11,5% da produção total, respectivamente. A produção média de maracujazeiro nacional ficou abaixo do potencial médio que a cultura pode atingir, que varia entre 30 a 70 t ha⁻¹ (Souza et al., 2018). De modo geral, no Brasil, a baixa produtividade está relacionada principalmente a problemas fitossanitários, como as doenças de solo e parte aérea (Jesus et al., 2022), que juntamente com as mudanças climáticas cada vez mais frequentes, têm limitado a longevidade do pomar.

Entre as doenças que afetam os pomares de maracujazeiro, as mais importantes incluem a fusariose, o *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CAMPV), os begomovírus, a mancha bacteriana, a verrugose, a antracnose, a phytophthora (que causa a podridão do colo e das raízes) e os nematóides. Com base nessa realidade, estão sendo exploradas alternativas para otimizar o cultivo e elevar a produtividade dessa fruta em âmbito nacional. Nesse sentido, a presente revisão tem como objetivo destacar os sintomas e as alternativas de manejo existentes para essas principais doenças.

FUSARIOSE

Entre as doenças que afetam os pomares, destacam-se a podridão do colo, ocasionada pelo fungo *Fusarium solani*, e a murcha de fusarium, provocada pelo *Fusarium oxysporum*. Ambas são consideradas as mais importantes nas principais áreas de cultivo, devido à alta vulnerabilidade da espécie *Passiflora edulis* a essas doenças. O *Fusarium solani* promove sintomas como murcha dos ponteiros, a alteração na coloração das folhas de verde escuro para verde pálido, desfolha e até a morte da planta, resultado do completo anelamento do colo (Fischer e Rezende, 2008). Por sua vez, o

Fusarium oxysporum coloniza os vasos da planta por meio de ferimentos, afetando o sistema vascular do xilema, o que resulta em obstrução, murcha e eventual morte da planta (Fischer e Rezende, 2008). Tais doenças podem provocar a morte precoce das plantas afetadas (Correia et al., 2022).

As condições que favorecem a epidemia incluem chuvas prolongadas, solos densos e compactados, além de temperaturas elevadas entre 20 e 25°C. Os patógenos conseguem persistir no solo por vários anos na forma de clamidósporos e podem se espalhar por práticas que incentivam o movimento do solo.

Alternativas de manejo existente:

Devido a esses entraves e à ausência de cultivares comerciais que sejam tanto resistentes quanto produtivas, aliado a escassez de controle químico eficaz, tornou-se necessário implementar alterações no sistema de produção. Uma prática recomendada é o manejo preventivo, que consiste principalmente na propagação vegetativa por meio da enxertia com porta-enxertos tolerantes (Cavichioli et al., 2011). Resultados promissores já foram obtidos utilizando porta-enxertos de espécies silvestres que apresentam resistência genética. Carvalho et al. (2021) identificaram os seguintes genótipos mais resistentes ao *Fusarium solani*: *Passiflora nítida* e *Passiflora foetida*, enquanto para *Fusarium oxysporum* os porta-enxertos mais resistentes foram *Passiflora mucronata* e *Passiflora nítida*. Além disso, Preisigke et al. (2015) apontaram *Passiflora quadrangularis*, *Passiflora nitida*, *Passiflora alata* e *Passiflora foetida* como resistentes ao fungo *Fusarium solani*.

Correia et al. (2022) realizaram um estudo com *Passiflora mucronata*, utilizando a técnica de estaquia para propagação, e constataram que a espécie apresenta resistência tanto a *Fusarium solani* quanto a *Fusarium oxysporum*. Em outro estudo, Ferreira et al. (2015) avaliaram o efeito de resíduos orgânicos no controle biológico da fusariose. Os autores observaram que, em condições de cultivo em vaso, a aplicação de 60 g kg⁻¹ de bagaço de coco e 80 g kg⁻¹ de casca de mandioca foi eficaz no controle da doença.

Outros métodos de controle incluem: esquivar-se de solos compactados que dificultam a drenagem da água, prevenir danos (ferimentos) ao colo e às raízes, já que estes podem ser pontos de entrada para fungos, empregar porta-enxertos que sejam tolerantes, destacando esta prática como a mais eficaz de controle, expor parcialmente o sistema radicular nos pomares (Carvalho, 2019) e aplicar *Trichoderma* spp. (Louzada et al., 2009; Silva et al., 2014). O uso de *Trichoderma* spp. já foi recomendado em algumas regiões produtoras, em virtude dos resultados positivos obtidos. Trata-se de um controle biológico natural e não patogênico, que possui vários mecanismos de ação, como a

produção de substâncias antimicrobianas e o hiperparasitismo, conferindo eficácia contra organismos fitopatogênicos.

COWPEA APHID-BORNE MOSAIC VIRUS (CABMV)

A virose do endurecimento dos frutos desencadeada pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), é um dos principais problemas fitossanitários nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. As plantas afetadas por essa doença apresentam menor longevidade, atraso no desenvolvimento, frutos menores com pericarpo espesso, duro e com aparência rugosa, além de folhas com bolhosidade, clareamento das nervuras e, muitas vezes, uma redução na área foliar.

Alternativas de manejo existente:

Tem-se diversas práticas de manejo cultural recomendadas para serem implementadas no pomar, incluindo a desinfecção das ferramentas utilizados nas operações dos tratamentos culturais, como desbrota e poda, a fim de evitar que se tornem veículos de transmissão do vírus. Sugere-se plantios em áreas isoladas com quebra-ventos, utilizando, por exemplo, capim-cameron ou árvores no entorno do pomar, para prevenir a entrada do vírus na área. É importante também eliminar plantas infectadas até o estágio de floração, promover o cultivo anual da espécie com a adoção de vazios sanitários, e produzir mudas com alturas variando de 1,0 a 1,8 m em viveiros protegidos com telados antiafídeos (Cavichioli et al., 2014). Recomenda-se, ainda, a erradicação de pomares antigos e abandonados, assim como o plantio em locais afastados de plantas que servem como hospedeiras para os vetores do vírus. A adoção dessas orientações pode aumentar a longevidade das plantas e minimizar os prejuízos causados pela doença.

As mudas convencionais, ao contrário das mudas altas do tipo “mudão”, passam cerca de 60 dias em viveiros antes de serem transplantadas para o campo, com cerca de 30 cm de altura. Durante a fase juvenil, essas mudas permanecem mais tempo em campo, o que as expõe a um maior risco de infecções por vetores do vírus CABMV, ocasionando infecções precoces e ataques de outros patógenos. Isso pode levar à morte da planta antes mesmo de alcançar a produção, ou resultar em baixa produtividade, com frutos inadequados para a comercialização.

Nesse cenário, devido à maior sensibilidade das mudas convencionais, à falta de um controle químico eficaz e à presença de cultivares altamente produtivas com genes de resistência, uma das estratégias de manejo implementadas para o CABMV é a utilização de mudas altas do tipo “mudão” nos pomares. Essas mudas permanecem em viveiro por um período mais longo, que varia de três a seis meses. A

cultura do maracujazeiro, por ser originária de climas tropicais, se desenvolve de forma eficiente sob condições de altas temperaturas e luminosidade (Faleiro e Junqueira, 2016). Assim, as mudas são transplantadas para o campo próximas à altura da espaldeira, que é de 1,8 m, mais vigorosas e com certa rusticidade (apresentando tecidos mais maduros e lignificados). Isso resulta em uma exposição reduzida à contaminação por CABMV e outros fitopatógenos durante a fase juvenil, que é a mais vulnerável da cultura. Portanto, essa tecnologia tem o potencial de reduzir as taxas de mortalidade no campo.

BEGOMOVÍRUS (PASSIONFRUIT SEVERE LEAF DISTORTION VIRUS)

Uma outra doença de etiologia viral que tem gerado sérias preocupações entre os produtores de maracujazeiro, especialmente no estado da Bahia, é o Begomovírus. Esta virose provoca sintomas como a redução do crescimento das plantas, o aparecimento de mosaico nas folhas e deformações nos frutos (Novaes et al., 2003), sendo transmitida pela mosca-branca (Hull, 2014).

Rodrigues (2017) constatou pela primeira vez a ocorrência do Begomovírus em dez municípios da região Sudoeste da Bahia. Aos 36 dias após o plantio (DAP), já eram observadas plantas com sintomas no pomar e, aos 156 DAP, todas as plantas exibiam sinais da virose. A pesquisa da autora indicou que a begomovirose possui um potencial destrutivo significativo, pois afeta as plantas em seus estágios iniciais de desenvolvimento, o que impacta negativamente a produção.

Alternativas de manejo existente:

Atualmente, não existem relatos de estratégias eficazes para o manejo da begomovirose. A implementação de práticas culturais semelhantes às aplicadas para CABMV é necessária. Considerando que a identificação do vírus na Bahia ocorreu recentemente, conforme indicado por Rodrigues (2017), é crucial realizar estudos focados em práticas culturais de prevenção e controle.

Existem outras doenças além das citadas que acometem severamente a cultura do maracujazeiro. Muitas dessas doenças podem ser controladas com o uso de produtos químicos, e a seguir, serão destacadas algumas delas.

MANCHA-BACTERIANA (XANTHOMONAS AXONOPODIS PV. PASSIFLORAE)

A mancha bacteriana causada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* é considerada, há muitos anos, uma das doenças mais significativas que afetam a cultura do maracujazeiro, especialmente devido à sua presença em todas as regiões produtoras da fruta no Brasil. Sua ocorrência

pode gerar consideráveis perdas econômicas, considerando as restrições na produção e na qualidade dos frutos, principalmente durante períodos de clima quente e chuvoso, com umidade relativa superior a 80% (Duarte et al., 2022).

A propagação da doença é facilitada pelo escoamento e respingos da água da chuva, em conjunto com o vento, além de mudas e sementes contaminadas. As células bacterianas conseguem penetrar na planta através de ferimentos ou aberturas naturais, como lenticelas, hidatódios e estômatos (Junqueira et al., 2004).

Entre os sintomas que uma planta pode apresentar ao ser acometida por bacteriose, podem ser destacados: manchas angulares com bordas oleosas nas folhas e frutos, lesões de coloração marrom nas folhas e de verde-escuro a pardo nos frutos, intensa perda de folhas, o que reduz a área foliar e, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese e a produtividade, além de, em várias situações, ocasionar a morte prematura da planta. Esses frutos se tornam inadequados para o comércio se as manchas alcançarem as sementes, levando à fermentação. A doença pode se tornar sistêmica, afetando os ramos. Em cortes transversais de ramos e pecíolos infectados, ao serem comprimidos, pode ocorrer a exsudação de pus bacteriano (Fischer e Rezende, 2021).

Alternativas de manejo existente:

Para prevenir a mancha-bacteriana, é possível adotar algumas práticas de manejo. O primeiro passo deve ser a aquisição de sementes e mudas saudáveis, preferencialmente de empresas registradas que garantam maior sanidade. Se o produtor optar por usar sementes dos frutos das plantas do seu próprio pomar, é imprescindível realizar um tratamento térmico. Essa técnica consiste em imergir as sementes em água a 50°C por 15 minutos, sem afetar a capacidade de germinação.

As mudas devem ser plantadas em áreas que não tenham um histórico da doença ou que não tenham recebido o cultivo de maracujazeiro nos últimos dois anos após o registro da doença. É importante eliminar restos de plantas contaminadas e desinfetar as ferramentas entre os tratos culturais realizados entre uma planta e outra. Além disso, deve-se higienizar as mãos, caixas e tesouras. Recomenda-se realizar adubações balanceadas, mantendo o pH em torno de 6,2. A aplicação de produtos cúpricos, como o oxicleto de cobre ou uma mistura de oxicleto de cobre e mancozebe, deve ser feita semanalmente (Amorim et al., 2016).

VERRUGOSE (CLADOSPORIUM HERBARUM)

A verrugose é uma doença fúngica que afeta a parte aérea das plantas e prejudica a produção do maracujazeiro nas principais regiões de cultivo, especialmente se não houver controle adequado. A incidência dessa doença é maior em períodos de temperaturas amenas, variando de 15 a 22 °C, e em condições de alta umidade, como ocorre na primavera. A sua propagação pode se dar através de mudas infectadas, sementes, vento e respingos da chuva (Jiménez et al., 2022; Nascimento, 2013). De acordo com Fischer e Rezende (2021), os tecidos jovens das plantas apresentam maior vulnerabilidade em comparação aos tecidos mais maduros.

Os sintomas se manifestam como lesões em forma circular nas folhas, com um centro de coloração verde-acinzentada, que evoluem para perfurações e lesões alongadas e depressivas. Também se observam lesões alongadas nos ramos e botões florais. A presença de ventos fortes pode causar a quebra dos ramos nas regiões afetadas, devido ao enfraquecimento dos tecidos. Além disso, é possível notar verrugas na superfície dos frutos, embora a cavidade interna não seja comprometida, preservando, dessa forma, a qualidade do produto. Entretanto, para a indústria de mesa, a comercialização desses frutos é prejudicada pela sua aparência, resultando em uma redução do seu valor comercial.

Alternativas de manejo existente:

É recomendável adotar determinadas práticas para evitar que essa doença se estabeleça em plantas saudáveis. Considerando que o êxito de qualquer cultivo agrícola está ligado em 60% à qualidade das mudas, esse aspecto se torna fundamental. Assim, é crucial atentar-se na aquisição ou produção de mudas saudáveis, realizar a poda de limpeza para garantir uma melhor aeração e aplicar fungicidas à base de triazol.

ANTRACNOSE (COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES, COLLETOTRICHUM ACUTATUM, COLEETOTRICHUM BONINENSE)

A antracnose é causada pelos fungos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum acutatum* e *Colletotrichum boninense*, afetando principalmente a fase pós-colheita do maracujazeiro. Essa doença prejudica tanto o valor comercial quanto o período de conservação dos frutos. As condições ideais para o seu desenvolvimento ocorrem em temperaturas elevadas, entre 26 e 28°C, e em ambientes com alta umidade relativa. Nesse contexto, as chuvas se tornam um fator significativo para a disseminação da doença.

Os frutos exibem lesões de coloração pardo-claras que se tornam pardo-escura com o amadurecimento, aumentando de tamanho e provocando uma podridão macia. Folhas e ramos podem igualmente ser impactados, apresentando sintomas em forma de manchas com aparência aquosa que evoluem para necrose. Em situações mais extremas, os sinais podem se agravar, resultando na queda de folhas e frutos das plantas, além da morte das gemas apicais.

Alternativas de manejo existente:

No que diz respeito à antracnose, as alternativas de manejo disponíveis incluem evitar o cultivo durante períodos de altas temperaturas combinadas com umidade relativa elevada, utilizar mudas que apresentem boa fitossanidade, ou seja, livres dessa e de outras doenças, realizar poda de limpeza para melhorar a aeração nas plantas e remover os tecidos contaminados, além de aplicar tratamento térmico nos frutos a uma temperatura aproximada de 45°C durante oito minutos. Também é possível o controle químico utilizando fungicidas cúpricos e triazóis. O flutriafol é o único ingrediente ativo registrado para a cultura do maracujazeiro que controla a verrugose (AGROFIT, 2019). As aplicações devem ser feitas nos horários mais frescos do dia.

De acordo com Junqueira (2010), as espécies, *P. setacea*, *P. coccinea*, *P. caerulea*, *P. gibertii*, *P. amethystina*, *P. odontophylla*, alguns acessos de *P. edulis*, *P. serrato-digitata*, *P. morifolia*, *P. mucronata* e *P. nítida* têm mostrado tolerância.

PHYTOPHTHORA (PHYTOPHTHORA CINNAMOMI RANDS E PHYTOPHTHORA NICOTIANAE VAR. PARASITICA WATERHOUSE)

A podridão do colo e das raízes causada pelos fungos *Phytophthora cinnamomi* Rands e *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* Waterhouse, é um dos desafios fitossanitários que afetam a passifloricultura. A espécie *nicotianae* foi identificada no Brasil. Esses fungos têm uma forte relação com a umidade e podem afetar tanto as mudas em viveiro quanto as plantas em campo.

Em ambientes com alta umidade, o fungo penetra nos tecidos epiteliais, colonizando e destruindo os tecidos adjacentes, o que resulta na seca da planta (Nunes et al., 2018). As folhas apresentam um aspecto amarelado e geralmente caem, enquanto no colo surgem rachaduras e um aspecto de intumescimento, que proporciona um diâmetro maior em comparação ao restante do caule não afetado. As raízes apresentam sinais de necrose, permanecendo úmidas, e os frutos desenvolvem lesões de coloração verde-acinzentada.

Alternativas de manejo existente:

O controle da *Phytophthora* é basicamente de forma preventiva, visando evitar a entrada do patógeno no pomar, pois não existem métodos curativos eficazes (Fischer et al., 2005). Inicialmente, é fundamental escolher cuidadosamente a área para o plantio, evitando regiões baixas que acumulem água, uma condição que favorece a proliferação do fungo. O solo precisa ter uma boa drenagem. Também é importante realizar podas de arejamento, cuidado nas operações de controle mecânico de plantas daninhas, de maneira a não ferir as plantas. As mudas devem ser conduzidas em viveiros, preferencialmente sobre bancadas. Além disso, é recomendada a cirurgia localizada, que consiste na remoção dos tecidos infectados seguida da aplicação de calda bordalesa.

NEMATÓIDES

Há diversos tipos de nematóides que podem afetar a cultura do maracujazeiro, como *Meloidogyne spp.*, *Rotylenchus reniformis*, *Pratylenchus sp.*, *Scutellonema sp.* e *Helicotylenchus sp.* Dentre eles, o *Rotylenchus reniformis* se destaca como um dos mais significativos para a passifloricultura (Silva e Inomoto, 2022).

Inomoto e Fonseca (2020) avaliaram a susceptibilidade de quatro espécies de *Passiflora* ao nematóide *Rotylenchus reniformis*: *P. setacea* ('BRS-Pérola-do-Cerrado'), *P. cincinnata* ('BRS-Sertão-Forte'), *P. alata* ('BRS-Mel-do-Cerrado') e uma cultivar suscetível, *P. edulis* (BRS-Gigante-Amarelo). Os resultados mostraram que todas as espécies se mostraram suscetíveis. Além disso, Silva e Inomoto (2022) também notaram a susceptibilidade ao nematóide *Rotylenchus reniformis* nas cultivares 'BRS Sol do Cerrado' e 'BRS Rubi do Cerrado'. Por outro lado, ao analisarem o *Meloidogyne incognita*, constataram que as plantas eram imunes, apesar da presença de galhas nas raízes.

As plantas afetadas apresentam sinais de nanismo, amarelamento das folhas, que são frequentemente confundidos pelos fruticultores como resultado de deficiências nutricionais. Além disso, apresentam raízes apodrecidas e outros sintomas que contribuem para a redução da produtividade e da longevidade das plantas (Mangeiro et al., 2022).

Alternativas de manejo existente:

A principal estratégia para o controle de nematóides no cultivo do maracujazeiro é utilizar mudas saudáveis, cultivar em áreas livres do patógeno e garantir que a água utilizada para irrigação seja de qualidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como mencionado ao longo da revisão, o cultivo do maracujazeiro é altamente vulnerável a diversas doenças, cuja ocorrência é significativamente afetada por condições ambientais, incluindo temperatura, umidade relativa elevada e vento. Dessa forma, a implementação de tecnologias e cultivares tolerantes se torna essencial para sanar os problemas relativos a doenças.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. 5 ed. Ouro Fino-MG: Agronômica Ceres, 810 p. 2016.
- ARAÚJO NETO, S. E. A.; SOUZA, L. G. de; UCHOA, T. L.; SILVA, N. M. da; ALMEIDA, W. A.; FRANCISCO, W. de M. Rooting of the high seedling stem of yellow passion fruit for deep planting. *Applied Research & Agrotechnology*, [S.l.], v. 13, p. 1-6, 2020. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V13.e6186>
- BATISTA, D. da C.; ALVES JÚNIOR, M.; BARBOSA, M. A. G. Spatio-temporal distribution and influence of distance of diseased passion fruit plants in the dissemination of the Cowpea aphid-borne mosaic virus in semi-arid tropical region. *Australian Journal of Crop Science*, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 266-272, 2022. <https://doi.org/10.21475/ajcs.22.16.02.3426>
- BERTANI, R. M. De A.; SILVA, S. P. da; DEUS, A. C. F.; ANTUNES, A. M.; FISCHER, I. H. Doses de nitrogênio no desenvolvimento de mudas altas de maracujá-amarelo. *Jornal de Agricultura Neotropical, Cassilândia*, v. 6, n. 1, p. 29-35, 2019. <https://doi.org/10.32404/rean.v6i1.2403>
- CARVALHO, J. A. D.; JESUS, J. G. D.; ARAUJO, K. L.; SERAFIM, M. E.; GILIO, T. A. S.; NEVES, L. G. Diferentes espécies de maracujá como fonte de resistência aos patógenos de solo do complexo fusarium solani and fusarium oxysporum f. Sp. Passiflorae. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 43, p. 1-9, 2021. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021427>
- CARVALHO, J. S. de. Avaliação de genótipos de maracujazeiro, em área com histórico de Fusarium solani submetidos a diferentes métodos de manejo fitossanitário. 2019. 71f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2019.
- CARVALHO, J. S. de; SÃO JOSÉ, A. R.; ARANTES, A. de M.; SÃO JOSÉ, A. R.; KURFIS, M. de A. Sobrevivência de espécies de maracujazeiro com ou sem exposição parcial das raízes, em área com histórico de Fusarium solani. *Revista Agroecossistemas, Pará*, v. 13, n. 1, p. 163-181, 2021. <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v13i1.7651>
- CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. de S.; GARCIA, M. J. de M.; FISCHER, I. H. Desenvolvimento, produtividade e sobrevivência de maracujazeiro amarelo enxertado e cultivado em área com histórico de morte prematura de plantas. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 33, n. 2, p. 567-574, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000056>
- CAVICHIOLO, J. C.; MELETTI, L. M. M.; NARITA, N. Aspectos da Cultura do Maracujazeiro no Brasil. *TodaFruta, Jaboticabal-SP*, 11p. 2018.
- CAVICHIOLO, J. C.; MELETTI, L. M. M.; NARITA, N. Novas técnicas recomendadas no manejo de doenças do maracujazeiro. *Revista Pesquisa & Tecnologia-APTA/SAA, Campinas*, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2014.
- CEVALLOS, A. C.; KORYTKOWSKI, C.; SALAS, J. O. T.; ORTIZ, D. R.; MANJUNATHA, B.; MARIADOSS, S. Lonchaeidae species (*Dasiops curubae*, *Dasiops brevicornis*) attack the ovary flower buds of *Passiflora ligularis* Juss, in Banos, Ecuador. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, [S.l.], v. 7, n. 7, p. 901-904, 2015.
- CORREIA, A. de O.; ALEXANDRE, R. S.; PFENNING, L. H.; CABANEZ, P. A.; FERREIRA, A., FERREIRA, M. F. da S.; LIMA, P. A. M. de; Mello de T.; LOPES, J. C. *Passiflora mucronata*, a passion fruit wild species

resistant to fusariosis and a potential rootstock for commercial varieties. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 302, p. 1-10, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111174>

DUARTE, L. C.; MOTA, L. C. B. M.; TEBALDI, N. D. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* in passion fruit seeds. *Summa Phytopathologica*, v. 48, p. 78-80, 2022. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/243122>

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). Maracujá: 500 perguntas e 500 respostas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. 341p

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. D.; MIRANDA, D.; OTONI, W. C. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p. 1-17, set. 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019155>

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. D.; MIRANDA, D.; OTONI, W. C. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p. 1-17, 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019155>

FERREIRA, R. B.; RODRIGUES, A. A. C. R.; MORAES, F. H.; SILVA, E. K. C.; Nascimento, I. de O. Resíduos orgânicos no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Acta Biológica Colombiana*, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 111-120, 2015. <https://doi.org/10.15446/abc.v20n3.44720>

FISCHER, I. H.; LOURENÇO, S. A.; MARTINS, M. C.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 30, p. 250-258, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000300006>

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of passion flower (*Passiflora* spp.). *Pest Technology*, [S.l.], v. 2, p. 1-19, 2008.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Manejo de doenças. In: SANTOS, C. E. M. dos; BRUCKNER, C. H.; BORÉM, A. (Eds.). Maracujá do plantio a colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2021. p. 122-141.

FRANCISCO, W. D. M.; ARAÚJO NETO, S. E. D.; UCHÔA, T. L.; SILVA, N. M. D. Productivity and quality of irrigated organic yellow passion fruits in deep planting in Southeastern Amazon. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 42, n. 4, p. 1-11, 2020. <https://doi.org/10.1590/0100-29452020584>

FREITAS, J. C. de O; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; PAIVA, C. L.; E SILVA, F. H. L.; SOUZA, M. M. Sour passion fruit breeding: strategy applied to individual selection in segregating population of *Passiflora* resistant to Cowpea aphid-born mosaic virus (CABMV). *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 211, p. 241-247, nov. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.002>

FURLANETO, F. de P. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; MARTINS, A. N.; OKAMOTO, F. VIDAL, A. de A.; BUENO, O. de C. Análise energética do novo sistema de produção de maracujá amarelo na região de Marília-SP. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 235- 240, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000200007>

GOMES, F. R. Qualidade de frutos de maracujazeiros sob efeito do vírus do endurecimento dos frutos. 2020. 56f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Área destinada à colheita, área colhida, quantidade reduzida e valor da produção da lavoura permanente. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>. Acesso em: 12 nov. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Área destinada à colheita, área colhida, quantidade reduzida e valor da produção da lavoura permanente. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>. Acesso em: 01 ago. 2022.

INOMOTO, M. M.; FONSECA, A. B. da. Susceptibility of four passion fruit species to the reniform nematode. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 42, p. 1-4, 2020. <https://doi.org/10.1590/0100-29452020557>

ISHIDA, A. K. N.; HALFELD-VIEIRA, B. de A. Mancha-bacteriana do maracujazeiro (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*): etiologia e estratégias de controle. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 25 p. 2009.

JIMÉNEZ, J. L. S.; MONTEBIANCO, C. D. B.; BERGTER, E. B.; ROSA, R. C. C.; VASLIN, M. F. S. Efeito de uma glicoproteína fúngica no controle da verrugose causada por *Cladosporium herbarum* em maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 44, p. 1-8, 2022. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022002>

JIMÉNEZ, J. L. S.; MONTEBIANCO, C. de B.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L. P.; BARRETO-BERGTER, E.; ROSA, R. C. C.; VASLIN, M. F. S. Passion fruit plants treated with biostimulants induce defense-related and phytohormone-associated genes. *Plant Gene*, [S.l.], v. 30, p. 1-7, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.plgene.2022.100357>

Junqueira, K. P. Resistência genética e métodos alternativos de controle da bacteriose do maracujazeiro causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. 2010. 159f. (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. R. N.; JUNQUEIRA, L. P.; SHARMA, R. D. Doenças do maracujá-doce. In: MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICZ, C.; ICUMA, I. M.; AGUIAR, J. L. P.; AZEVEDO, J. A.; VASCONCELLOS, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. Maracujá-doce: tecnologia de produção e pós-colheita. Porto Alegre, RS: ed. Cinco Continentes, 2004. p. 113-114.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ZACARONI, A. B.; SOUZA, M. A. de; FALEIRO, F. G.; TEIXEIRA, L. P. Custo e estimativa de produtividade obtidos a partir de mudas de maracujazeiro-azedo tipo 'mudão' com diferentes idades. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Cuiabá, 2014.

LAREDO, R. R. Tamanho da muda na produção e qualidade dos frutos de maracujazeiro cv. Redondo amarelo. 2013. 70f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

LOUZADA, G. A. D. S.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L. M. Potencial antagonico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. *Biota Neotropica*, [S.l.] v. 9, p. 145-149, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000300014>

MANGEIRO, M. Z.; NUNES, R. A.; VIEIRA JR, J. O.; MUSSI-DIAS, V.; VIANA, A. P.; SOUZA, R. M. Characterizing the interaction between root-knot nematodes and soil-borne fungi which are

pathogenic to passion fruit (*Passiflora edulis*). *Journal of Nematology*, [S.l.], v. 54, n. 1, 2022. <https://doi.org/10.2478/jofnem-2022-0023>

MATTAR, G. S.; MORAES, C. C. D.; MELETTI, L. M. M.; PURQUERIO, L. F. V. Accumulation and exportation of nutrients by yellow Passion fruit cv. IAC 275. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 40, n. 3, p. 1-10, 2018. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018178>

MATTAR, G. S.; PURQUERIO, L. F. V.; MELETTI, L. M. M.; VALENTINI, S. R. D. T.; PAULA, L. F. D.; DUART, A. M. Nitrogen fertilization and spacing in productivity and quality of passion fruit implanted with advanced seedlings. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 43, n. 5, p. 1-13, 2021. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021004>

MATTAR, G. S.; PURQUERIO, L. F. V.; MELETTI, L. M. M.; VALENTINI, S. R. D. T.; PAULA, L. F. D.; DUART, A. M. Nitrogen fertilization and spacing in productivity and quality of passion fruit implanted with advanced seedlings. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 43, n. 5, p. 1-13, 2021. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021004>

MBEYAGALA, E. K.; TUKAMUHABWA, P.; MUKASA, S. B. Detection of cowpea aphidborne mosaic virus (CABMV) in cowpea by reverse transcription polymerase chain reaction. *African Crop Science Journal*, Kampala, v. 26, n. 3, p. 377-388, 2018. <http://dx.doi.org/10.4314/acsj.v26i3.4>

MIYAKE, R. T.; FURLANETO, F. P.; NARITA, N.; TAKATA, W. H. S.; CRESTE, J. E. Economic analysis of the production of yellow passion fruit in an area with virose incidence and fertilized with NPK. *Journal of Agricultural Science*, [S.l.], v. 10, p. 303-311, 2018.

MONTEIRO-HARA, A. C.; JADAO, A. S.; MENDES, B. M.; REZENDE, J. A.; TREVISAN, F.; MELLO, A. P. O.; PIEDADE, S. M. Genetic transformation of passionflower and evaluation of R1 and R2 generations for resistance to Cowpea aphid borne mosaic virus. *Plant disease*, [S. l.], v. 95, n. 8, p. 1021-1025, 2011. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-10-0873>

NARITA, N.; HIRATA, A. C. S.; LUCAS, C. da S.; FRIAS, A. G.; TAKATA, W. H. S.; MIYAKE, R. T. M.; RÓS, A. B. Produção de mudas avançadas de maracujazeiro azedo em função da época de semeadura e de doses de fertilizante de liberação lenta. *Colloquium Agrariae*, Presidente Prudente, v. 7, p. 100-106, 2011.

Nascimento, R. S. M. Reação de genótipos de maracujazeiro azedo à mancha bacteriana, verrugose e nematoide das galhas. 2013. 50f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

NUNES, M. P. C.; VESPUCCI, I. L.; SILVA, D. D. A.; EVANGELISTA, Z. R.; ALMEIDA, T. F. Efeito de diferentes produtos em frutos de maracujá produzidos em área com incidência de *Phytophthora* sp. *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 11, n. 2, p. 150 – 163, 2018.

ORAWU, M.; MELIS, R.; LAING, M.; DERERA, J. Genetic inheritance of resistance to cowpea aphid-borne mosaic virus in cowpea. *Euphytica*, Gewerbestrasse, v. 189, n. 2, p. 191-201, jul. 2013. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0756-3>

PAULA, L. F. Produção de mudas avançadas de maracujá em função de volumes de recipientes e doses de nitrogênio. 2021. 57f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP, 2021.

PESTANA, S. P. Produção de mudas altas de maracujá amarelo com uso de doses de fertilizante de liberação lenta em dois substratos orgânicos. 2019. 99f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2019.

PETRY, H. B.; BRUNA, E. D.; MORETO, A. L.; BRANCHER, A.; SÔNEGO, M. 'SCS437 Catarina': Maracujá-azedo de alta qualidade para o mercado de mesa. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 32, n. 2, p. 49-52, 2019. <https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n2.6>

PETRY, H. B.; MARCHESI, D. R. Passicultura catarinense se moderniza para continuar produtiva e rentável. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 32, n. 2, p. 13-14, 2019.

PETRY, H. B.; MORITZ, D. R.; SILVA, D. A. da.; MEES, A.; SANTOS, F. dos.; MARCHESI, D. R.; TERNUS, R. M. Ações conjuntas entre produtores de maracujá e iniciativa pública no combate da virose-do-endurecimento-dos-frutos em Santa Catarina. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 10-13, 2020.

PREISIGKE, S. D. C.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; SANTOS, P. R. D.; SANTOS, V. O. D.; AMBRÓSIO, M.; SILVA, F. A. da; WALTER, F. H. D. B. Selection strategies in a segregating passion fruit population aided by classic and molecular techniques. *Bragantia*, Campinas, v. 79, n. 1, p. 47-61, 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20190291>

RODRIGUES, G. B. Etiologia, ocorrência e epidemiologia de uma begomovirose do maracujazeiro na região Sudoeste da Bahia. 2017. 65f. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2017.

RODRIGUES, L. K. Epidemiologia do Cowpea aphid-borne mosaic virus e manejo do maracujazeiro-azedo no Vale do Ribeira, São Paulo. 2013. 134f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, SP, 2013.

RODRIGUES, L. K.; CHAVES, A. L. R.; DAMATTO, E. R.; EIRAS, M. Epidemiological aspects of the transmission and management of cowpea aphid-borne mosaic virus in a passion fruit orchard. *Journal of Plant Pathology*, [S.l.], v. 98, p. 531-539, 2016.

SACOMAN, N. N.; VIANA, A. P.; CARVALHO, V. S.; SANTOS, E. A.; RODRIGUES, R. Resistance to Cowpea aphid-borne mosaic virus in in vitro germinated genotypes of *Passiflora setacea*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2018. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017607>

SAMPAIO, A. C.; SCUDELLER, N.; FUMIS, T. D. F.; ALMEIDA, A. M. D.; PINOTTI, R. N.; GARCIA, M. J. D. M.; PALLAMIN, M. L. Manejo cultural do maracujazeiro-amarelo em ciclo anual visando à convivência com o vírus do endurecimento dos frutos: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, p. 343-347, 2008. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018178>

SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; CHAGAS, E. A.; PASQUAL, M. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 16, n. 1, p. 33- 40, 2017. <https://doi.org/10.5965/223811711612017033>

SILVA, A. M. G. B.; INOMOTO, M. M. Reaction of passion fruit species to *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne incognita*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 44, p. 1-6, 2022. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022923>

SILVA, A. N. da; AZEVEDO, G. B. de; SOBRINHO, G. G. R.; NOVAES, Q. S. de. Efecto de los productos químicos y de *Trichoderma* spp. En control del fusarium solani de la fruta de pasión. *Interciencia*, [S.l], v. 39, n. 6, p. 398-403, 2014.

SILVA, F. H. L.; MUÑOZ, P. R.; VINCENT, C. I.; VIANA, A. P. Generating relevant information for breeding *Passiflora edulis*: genetic parameters and population structure. *Euphytica*, Gewerbestrasse, v. 208, n. 3, p. 609–619, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1616-8>

SILVA, N. M. D.; SOUZA, L. G. D. S.; Uchoa, T. L.; ARAÚJO NETO, S. E. D.; SILVA, S. O. D. Profitability of organic passion fruit production using tall seedlings and long root system. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 33, p. 341-348, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n207rc>

SOUZA, M. A. de; ZACARONI, A. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; TEIXEIRA, L. P.; SUSSEL, A. A. B. Produtividade e custo de produção de mudas de maracujazeiro-azedo tipo mudão. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n. 3, 2014.

SOUZA, P. U.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; JESUS, O. N. de; COELHO FILHO, M. A.; GIRARDI, E. A. Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp. 56 to controlled water deficit. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 229, p. 77-90, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.019>

SPADOTTI, D. M. A.; BELLO, V. H.; FAVARA, G. M.; STANGARLIN, O. S.; KRAUSESAKATE, R.; REZENDE, J. A. M. *Passiflora edulis*: new natural host of Melochia yellow mosaic virus in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes*, Gewerbestrasse, v. 14, n. 1, p. 22- 23, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13314-019-0354-5>

STENZEL, N. M. C.; AULER, P. A. M.; MOLINA, R. D. O.; DIMAS, S. J. Cultivo do maracujá-amarelo em áreas com ocorrência do vírus do endurecimento dos frutos (CABMV). *Lomdrina: IAPAR*, 2019. 29p.

VALVERDE-RODRIGUEZ, A.; CAMPOS-ALBORNOZ, M. E. Extractos vegetales en la reducción de las infestaciones de *Dasiops* spp en el cultivo de granadilla. *Manglar*, [S.l], v. 18, p. 15-20, 2021.

YUKI, V. A. IAC Comunica: informativo do Instituto Agronômico. 6. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2012.

YUKI, V. A. IAC Comunica: informativo do Instituto Agronômico. 6. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2012.

ZACCHEO, P. V. C.; AGUIAR, R. S. D.; STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J. Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 603- 607, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200032>

Capítulo 7



10.37423/240909289

INDUTORES DE FLORESCIMENTO ALTERNATIVOS AO PACLOBUTRAZOL EM MANGUEIRA

Luanna Fernandes Pereira

Universidade Federal de Viçosa

Ednilson Carvalho Teixeira

Universidade Federal de Viçosa

Mateus Pereira Gonzatto

Universidade Federal de Viçosa

Carlos Eduardo Magalhães dos Santos

Universidade Federal de Viçosa



Resumo: O setor frutífero brasileiro é fundamental para a economia do país, sendo o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas. O Brasil ocupa a sétima posição global na produção de manga e é o quarto maior exportador. A mangueira é amplamente cultivada devido à sua alta qualidade e valor nutricional. É crucial para a produção de manga condições climáticas favoráveis e técnicas avançadas de cultivo que possibilitam colheitas ao longo do ano. A produção é gerida por meio de um pacote tecnológico incluindo a aplicação de reguladores de crescimento. Embora o paclobutrazol, seja eficiente no processo de indução floral, os efeitos residuais no solo podem causar problemas ambientais. Reguladores alternativos ao paclobutrazol, como a aplicação foliar de proehexadionacálcio e uniconazol, mostram-se promissoras por apresentar menor impacto ambiental. Nesta revisão, abordamos os principais reguladores alternativos, destacando seus métodos de aplicação e eficácia.

INTRODUÇÃO

O setor frutífero é de suma importância no desempenho econômico do Brasil. O país é o terceiro maior produtor de frutas frescas do mundo, cujo principal destino é para o mercado interno (FAO, 2017). Esse potencial está aliado a vasta área cultivada e as condições edafoclimáticas favoráveis (VAZ et al., 2015). O Nordeste, através da participação dos seus polos irrigados, tornou-se a principal região produtora e exportadora de frutas tropicais frescas (EMBRAPA, 2015). O vale do São Francisco se destaca na atividade, com foco na produção e exportação de manga.

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das espécies frutíferas tropicais mais cultivadas (AGRIANUAL, 2018) e apreciadas, devido à sua qualidade organoléptica e nutricional (SILVA et al., 2012). O Brasil ocupa o sétimo lugar na produção mundial, atrás de países como Índia, China, Tailândia, Indonésia, Paquistão e México, além de ser o quarto maior exportador em volume (FAO, 2018).

Em 2022, foi cultivado no Brasil uma área de 78.314 ha de mangueira (IBGE, 2022). As regiões Nordeste e Sudeste destacaram-se com as maiores áreas plantadas, totalizando 59.411 ha e 17.947 ha, respectivamente. A produção total no presente ano alcançou 1.546.375 t, sendo aproximadamente 28,5% concentrado no estado de Pernambuco e 42,9% na Bahia (IBGE, 2022). A produtividade média foi de 19,81 t ha⁻¹, sendo que Pernambuco superou a média nacional de 26,7 t ha⁻¹.

Os pomares de mangueira irrigados no semiárido brasileiro tem participação em mais de 90% na exportação da manga. Isso se deve ao fato de que as variedades cultivadas são altamente demandadas pelo mercado internacional, além das condições locais serem favoráveis para o desenvolvimento da cultura e contribuírem para a obtenção da qualidade dos frutos (MOUCO, 2015).

Entre os fatores propícios que torna as principais áreas produtoras localizadas no Submédio do Vale do São Francisco (Petrolina/Juazeiro), destaca-se a disponibilidade de água para irrigação (BARBOSA, 2016). Além disso, as características climáticas, como o clima tropical, fotoperíodo prolongado e períodos de seca que variam de 7 a 8 meses, contribuem significativamente. A pluviosidade é baixa, com uma média anual de 550 mm, concentrando-se entre novembro e março (BEZERRA SÁ et al., 2009). A temperatura média anual é de 26,0 °C, e a umidade relativa do ar em torno de 50% (KILL e LIMA, 2009). Aliado a essas condições favoráveis, a adoção de técnicas de produção mais eficientes tem possibilitado ganhos de produtividade (BARBOSA, 2016), permitindo o escalonamento da produção ao longo do ano por meio de estratégias de indução floral.

A manipulação da época de produção da mangicultura pode ser realizada através da aplicação de reguladores de crescimento, podas, controle da irrigação e outras técnicas associada as condições climáticas satisfatórias (MOUCO, SILVA, PRADO, 2012). Isso possibilita a oferta de mangas durante a entressafra e a realização de duas colheitas anuais (FARIA et al., 2016).

De modo geral, a otimização da produção no sistema agrícola é altamente dependente da manipulação das atividades fisiológicas das culturas por meio de substâncias químicas (SHIVRAN, JAT, JAT, 2020). Em mangueiras, as giberelinas suprimem o desenvolvimento floral, o que leva os produtores a empregarem reguladores de crescimento que inibem a biossíntese desse hormônio, visando assim reduzir o crescimento vegetativo e favorecer uma indução floral uniforme e regular (CAVALCANTE et al., 2020).

Entre os reguladores de crescimento com atividade antigiberelina, o paclobutrazol se destaca como o mais empregado na cultura da mangueira com para o manejo da indução floral (FERREIRA et al., 2020). No entanto, segundo Lima et al. (2016), apesar da eficiência do produto aplicado via solo, este permanece ativo no solo por muitos meses. Nesse sentido, a baixa mobilidade do paclobutrazol no solo (MILFONT et al., 2008), aliada com a aplicação de doses inadequadas por parte dos fruticultores, que muitas vezes não consideram os resíduos de aplicações anteriores (VAZ et al., 2015), pode levar ao acúmulo do produto no solo, causando contaminação das águas superficiais e subterrâneas (SILVA et al., 2017). Assim, o uso de paclobutrazol via solo está sendo investigado em diversas regiões do mundo devido aos impactos negativos que pode provocar ao meio ambiente (MCCONCHIE, 2018).

Pesquisas recentes indicam que inibidores da síntese de giberelinas, alternativos ao paclobutrazol, mostram-se promissores para a indução do florescimento da mangueira, tais como: prohexadiona-cálcio, etil-trinexapac, cloreto de clomequat (MCCONCHIE, 2018) cloreto de mepiquat (NASEE et al., 2014) e uniconazol (LIMA et al., 2016). A aplicação, geralmente realizada de forma foliar, e o curto tempo de persistência desses produtos têm contribuído para a redução da contaminação ambiental (MCCONCHIE, 2018).

Partindo desse pressuposto, nesta revisão abordaremos os principais inibidores da biossíntese de giberelina alternativos ao paclobutrazol na indução floral da mangicultura, destacando os diferentes métodos de aplicação e suas respectivas eficácias.

INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA

O florescimento é um importante evento fisiológico que define a produtividade da mangueira. Para que essa fase ocorra, a planta precisa passar por mudanças no desenvolvimento do ápice do ramo, transicionando da fase vegetativa para a reprodutiva (RAMÍREZ e DAVENPORT, 2010). No estudo de Oliveira et al. (2020) sobre a indução floral da manga, foram consideradas três etapas do desenvolvimento reprodutivo: I) indução floral: passagem da fase vegetativa para reprodutiva do ápice do ramo; II) diferenciação floral: ortogênese da inflorescência e III) floração: todas as fases de desenvolvimento da inflorescência. Para que ocorra a indução floral, é necessário o estímulo de fatores endógenos e ambientais (SILVA, 2018).

De maneira geral, a mangicultura apresenta variações na floração devido à diversidade das condições climáticas, conforme mencionado por SALVI, VARADKAR e DALVI (2019), além de outros fatores. As baixas temperaturas desencadeiam o florescimento em condições subtropicais (SANDIP et al., 2015) entre 10 ° C e 15 ° C (WHILEY et al., 1991) induzindo a paralisação do crescimento vegetativo e no estímulo do desenvolvimento de botões reprodutivos. Por outro lado, em regiões tropicais onde as temperaturas mínimas ficam acima de 20°C, tem-se um crescimento vegetativo mais favorável (LAXMAN, ANNAPOORNAMMA, BIRADAR, 2016), com o florescimento sendo acionado após um período de estresse hídrico (SCHOLEFIELD, OAG, SEDGLEY, 1986). Portanto, as mudanças climáticas representam condições naturais capazes de influenciar as fases fenológicas da cultura, através da etapa vegetativa e reprodutiva, levando a redução da qualidade e produção (MAKHMALE et al., 2016), uma maturação irregular dos frutos, bem como uma dependência limitada da produção em determinados períodos do ano.

Dessa forma, em função da falta de controle sobre os eventos ambientais, como a precipitação e a temperatura nos pomares de mangueira, a indução floral surge como uma técnica adotada para promover a sincronização da floração. Esta abordagem envolve a interrupção do crescimento vegetativo por meio da aplicação de reguladores de crescimento (CAVALCANTE et al., 2020), combinada com outras práticas como poda, irrigação e fertilização (OLDONI et al., 2018). Essa estratégia possibilita a produção de frutos durante a entressafra ou em épocas mais adequadas, além de aumentar a produção, o valor de mercado e a qualidade dos frutos.

O manejo da indução floral inicia-se com a poda de produção, uma prática realizada após a colheita e visa uniformizar a idade dos ramos, a fim de obter gemas homogêneas e férteis. Após o crescimento vegetativo proporcionado pela poda e outros manejos, como a adubação, é fundamental amadurecer

os ramos. Isso pode ser feito através do uso de reguladores de crescimento e/ou estresse hídrico, ambos impedindo o crescimento vegetativo e favorecendo o acúmulo de fotoassimilados, o que é importante para a divisão celular nas gemas (OLMO, 2018). Em seguida, no manejo, pode-se realizar a prática de desbaste dos ramos produtivos para estimular a brotação reprodutiva das gemas axilares (DAVENPORT, 2006; OLIVEIRA et al., 2013). Também pode ser aplicado nitrato de potássio com o mesmo objetivo (DAVENPORT, 2006); ao romper a dormência das gemas e favorecer a diferenciação, é possível originar um broto reprodutivo (OLMO, 2018).

Estudos sobre indução floral em mangueiras apontam a presença de um promotor florigênico (PF) sintetizado nas folhas, que desempenha um papel fundamental na indução do florescimento. A síntese desse promotor é influenciada por temperaturas mais baixas ($<18^{\circ}\text{C}$) em regiões subtropicais. Há a presença de uma outra substância conhecida como promotor vegetativo (PV), que está fortemente relacionada à síntese de giberelinas e cuja ação depende da idade (MAKHMALE et al., 2015). Uma elevada proporção de PF/PV favorece a indução da floração, enquanto uma razão baixa entre PF/PV contribui para o crescimento vegetativo (BARMAN e MISHRA, 2018). Dessa forma, para induzir a floração, é crucial que haja uma redução nos níveis de giberelina, a fim de aumentar a proporção de PF/PV (RAMIREZ, DAVENPORT, FISCHER, 2010). Nesse contexto, torna-se evidente a relevância dos reguladores de crescimento que inibem a biossíntese de giberelinas, os quais são amplamente utilizados nos pomares comerciais de mangueiras.

REGULADORES DE CRESCIMENTO

O termo “hormônio” refere-se a mensageiros químicos que atuam como mediadores na comunicação intercelular (TAIZ e ZEIGER, 2013). Esses hormônios são considerados moléculas sinalizadoras ou compostos orgânicos que normalmente são produzidos em tecidos meristemáticos e transportados para outros tecidos, onde exercem funções essenciais ao promover importantes respostas fisiológicas para o seu desenvolvimento, mesmo em quantidades muito pequenas. Eles podem estimular, inibir, retardar ou modificar processos fisiológicos e morfológicos (PEIXOTO, 2020). Em linhas gerais, essas substâncias influenciam diversos processos, como germinação, crescimento vegetativo, floração, frutificação, senescência e abscisão (VIEIRA et al., 2010).

Os reguladores de crescimento, que possuem uma função similar à dos hormônios vegetais, podem ser tanto de origem sintética quanto natural (PEIXOTO, 2020). Esses compostos influenciam o crescimento, desenvolvimento e metabolismo das plantas superiores, tendo em vista que podem

operar de forma flexível como ajuste fino das que crescem em condições ambientais amplamente incontroláveis e imprevisíveis. Além disso, são de grande relevância na produção de plantas frutíferas, uma vez que ajudam a regular o crescimento vegetativo e a evitar brotações excessivas, promovendo, assim, a floração e a frutificação precoce em plantas jovens (RADEMACHER, 2016).

Existem uma gama de grupos de reguladores de crescimento, sendo os pertencentes aos inibidores da síntese de giberelinas os mais estudados (ARF et al., 2012). Esses reguladores podem ser aplicados em diversas situações, como: a melhoria da produção e qualidade dos frutos (SILVEIRA et al., 2014), o uso como maturadores químicos (FERNÁNDES, SEGATO, ROCHA, 2013) e o manejo do crescimento vegetativo necessário para induzir a floração em plantas jovens (RADEMACHER, 2004).

Em suma, a biossíntese de giberelinas pode ser dividida em três fases, de acordo à natureza das enzimas envolvidas e a localização correspondente na célula. Em cada uma dessas fases, há um conjunto distinto de reguladores de crescimento que atuam como inibidores da síntese. Esses inibidores incluem os compostos quaternários, como o cloreto de mepiquat e o cloreto de chlormequat, compostos cíclicos com nitrogênio, entre os quais estão o paclobutrazol, flurprimidol, ancymidol, uniconazole, tebuconazole e metconazole, além das acilciclohexanodionas, como o etil-trinexapac, o prohexadione-cálcio e o daminozide (RADEMACHER, 1995; RADEMACHER, 2016).

Dentre os principais fatores que influenciam a eficácia dos diferentes reguladores de crescimento em plantas, destacam-se a espécie utilizada e o método de aplicação (WROBLEWSKA e DEBICZ, 2013). Os métodos mais utilizados por produtores comerciais são a aplicação foliar e a aplicação no solo (LEE e RHO, 2000). No entanto, apesar da eficácia da aplicação via solo, este pode deixar efeitos residuais no ambiente (SAJJAD et al, 2017). Um estudo realizado por Kumar, Ram e Singh (2020) em pomares de mangueira constatou que o paclobutrazol permaneceu no solo por até onze meses, enquanto os resíduos observados na aplicação foliar se mantiveram por três meses. Diante disso, é fundamental ter cautela ao manejar o paclobutrazol, evitando o uso de doses elevadas e frequentes na aplicação no solo, a fim de não prejudicar o meio ambiente e comprometer o desempenho da cultura. Também se faz necessária a busca por fontes alternativas de reguladores de crescimento, como aqueles com menor meia-vida e que possam ser aplicados através da pulverização foliar, para minimizar a contaminação ambiental (SANTOS et al., 2020).

INIBIDORES DE GIBERELINA ALTERNATIVOS AO PACOBUTRAZOL NA INDUÇÃO FLORAL DA MANGICULTURA

O prohexadiona-cálcio, o etil-trinexapac e o cloreto de clormequat são três reguladores de crescimento com ação inibidora sobre a biossíntese de giberelina que foram amplamente estudados em mangueiras (MCCONCHIE, 2018). Os dois primeiros reguladores agem de maneira relativamente rápida, porém apresentam meia-vida curta (RADEMACHER, 2016). Além desses tem-se evidenciado estudo com cloreto de mepiquat (NASEE et al., 2014) e uniconazol (SILVA et al., 2010).

O prohexadiona-cálcio (cálcio 3-óxido-4propionil-5-oxo-3-ciclohexano carboxilato) (PRIVÉ, CLINE, FAVA, 2006) e etil-trinexapac [4- (ciclopropil - hidroximetileno) -Etiléster de ácido 3,5-dioxo-ciclohexanocarboxílico] (KING et al., 2004) fazem parte do grupo mimetizadores do 2-oxoglutarato, atuando na terceira fase da via biosintética da giberelina, localizada no citosol (RADEMACHER, 2016). O prohexadiona- cálcio reduz a atividade da enzima GA20 3 β -hidroxilase, responsável pela conversão da giberelinas inativas (GA20) em giberelinas ativas (GA1) (HAWERROTH, PETRI, 2014). Da mesma forma, o etil-trinexapac também exerce essa função (MCCARTY et al., 2004). O prohexadiona-cálcio é principalmente utilizado para controlar o crescimento vegetativo de árvores frutíferas, enquanto o etil-trinexapac é aplicado com o mesmo objetivo em cultivos de cereais e gramados.

Barraza et al. (2016), com o objetivo de garantir a floração da mangueira 'Ataúfo', estudaram diferentes doses, períodos e frequências de aplicações de prohexadiona-cálcio como alternativa ao paclobutrazol em quatro experimentos. Eles verificaram que a aplicação de prohexadiona-cálcio nos intervalos de 30, 45 e 60 dias após a poda, na concentração de 500 mg/L, ou uma única aplicação desse regulador 30 dias após a poda na concentração de 1500 mg/L, eram suficientes para reproduzir os efeitos do paclobutrazol em termos de intensidade e época da floração. Rahim, Elamin e Bangerth (2011) também observaram a eficácia do prohexadiona-cálcio na antecipação da floração na cultura da mangueira.

Mouco et al. (2013) realizaram um estudo com a finalidade de avaliar inibidores da biossíntese de giberelinas que fossem alternativos ao paclobutrazol. Para isso, estudaram três reguladores de crescimento aplicados por meio de pulverização foliar: prohexadiona-Ca, etil-trinexapac e cloreto de clormequat, fazendo uma comparação com o paclobutrazol, que foi aplicado no solo. Os autores concluíram que prohexadiona-Ca, etil-trinexapac e cloreto de clormequat, na dose de 1,5 g i.a. por planta, foram eficazes em controlar o crescimento vegetativo, assim como a dose de 4,0 g i.a. de paclobutrazol.

O cloreto de chlormequat (cloreto de 2-cloroetil trimetil-amônio) é um regulador de crescimento aos quais apresenta mecanismo de ação similar ao cloreto de mepiquat. Ambos inibem as ciclasas envolvidas na síntese de giberelinas nos plastídios, bloqueando a formação do ent-caureno (RADEMACHER, 2016). O cloreto de mepiquat (cloreto de 1,1-dimetilpiperidínio) é preferencialmente absorvido pelos tecidos que contêm clorofila, sendo transportado pelo xilema e redistribuído pelo floema (SANTOS et al., 2020). Trata-se de uma molécula orgânica com alta solubilidade em água (TANG et al., 2020), utilizada principalmente para reduzir o vigor vegetativo na cultura do algodão (GU et al., 2014; TUNG et al., 2018), mas com menor aplicação em árvores frutíferas (ALBARRACÍN et al., 2019). No entanto, devido ao interesse crescente em testar inibidores alternativos ao paclobutrazol na restrição da biossíntese de giberelina, pesquisas têm sido realizadas sobre cloreto de mepiquat. Esse regulador não se restringe apenas à modificação da estrutura das plantas; ele também pode favorecer a sincronização das flores e contribuir com outros processos (OLIVEIRA et al., 2013).

Nasee et al. (2014) realizaram uma pesquisa sobre o impacto do cloreto de mepiquat, cloreto de clormequat, paclobutrazol e a combinação entre cloreto de mepiquat e cloreto de clormequat na floração da mangueira da cultivar 'Nam Dok Mai si Thong'. Os dois primeiros reguladores de crescimento foram aplicados por pulverização foliar. Os resultados mostraram que todos esses tratamentos aceleraram a floração em comparação com o grupo controle, uma vez que os tratamentos mediados por pulverização foliar proporcionaram maiores porcentagens de pegamento dos frutos. Outros estudos, como o de Albuquerque, Mouco e Silva (1996), também demonstraram efeitos benéficos do cloreto de mepiquat na indução da floração na mangicultura.

O uniconazol [(E) - (RS) -1- (4-clorofenil) -4,4-dimetil2- (1H-1,2,4-triazol-1-il) pent-1-en-3-ol] é um regulador de crescimento pertencente ao grupo dos triazois (FLETCHER et al., 2000), os quais suprime a biossíntese de giberelinas. Estes atuam inibindo as enzimas monooxigenases dependentes do citocromo P450, dificultando a conversão de entcaureno em ácido ent-caurenoico (RADEMACHER, 2016).

Silva et al. (2010) destacaram em seus estudos realizados em pomares da variedade de mangueira Tommy Atkins que a utilização de uniconazol e paclobutrazol resultou em taxas de floração semelhantes. Em contrapartida, ao avaliar o impacto da aplicação foliar de uniconazol na variedade Kent, nas concentrações de 500, 1000 e 1500 mg/L com uma, duas e três aplicações, respectivamente, e uma aplicação de paclobutrazol via solo, os autores observaram que o uniconazol teve um efeito positivo na restrição do crescimento vegetativo. No entanto, mesmo que seu efeito tenha sido inferior

ao de paclobutrazol, ainda assim proporcionou alguns sinais de floração, embora em baixa intensidade. Diante disso, os pesquisadores recomendam a continuidade de estudos para determinar a dose adequada e o intervalo entre as aplicações.

Lima et al. (2016), ao estudarem a eficácia do uniconazol sobre a fase reprodutiva da mangueira Palmer através da aplicação foliar, notaram que utilizar doses de 1,0+1,0+2,0 g i.a do produto por planta, divididas em aplicações a cada 30 dias, possibilitou a floração durante a entressafra. Por sua vez, Gopu et al. (2017) relataram que a aplicação de uniconazol na cultivar Alphonso, na concentração de 1,5 g/L, resultou em uma floração bastante intensa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como abordado nesta revisão, compreender a indução floral na mangicultura é extremamente importante, especialmente em relação ao uso do regulador de crescimento paclobutrazol, amplamente empregado por agricultores. O fato deste produto apresentar efeitos residuais no solo que podem acarretar impactos ambientais, ressalta a necessidade de se pesquisar inibidores alternativos da biossíntese de giberelinas. Apesar da escassez de estudos sobre reguladores de crescimento alternativos ao paclobutrazol nas mangueiras, os resultados obtidos até o momento são promissores. Portanto, é crucial prosseguir com novas pesquisas, explorando diferentes doses, frequências e períodos de aplicação, a fim de alcançar resultados mais sólidos e garantir que o conhecimento gerado seja efetivamente aplicado pelos produtores de manga.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL- Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2018. p. 322.
- ALBARRACÍN, V. et al. Responses of shoot growth, return flowering, and fruit yield to post-pruning practices and growth regulator application in olive trees. *Scientia Horticulturae*, v. 254, p. 163-171, 2019.
- ALBUQUERQUE, J. A.; MOUCO, M. A.; SILVA, V. C. Regulação do crescimento vegetativo e floração da mangueira com cloreto de mepiquat. XIV Congresso Brasileiro de fruticultura. Londrina, IAPAR. 1996.
- ARF, O. et al. Uso de etil-trinexapac em cultivares de arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 2, p. 150-158, 2012.
- BARBOSA, G. S. Inovação no Arranjo Produtivo Local de Fruticultura Irrigada de Pernambuco. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016.
- BARMAN, P.; MISHRA, D. Tip pruning for synchronized vegetative growth and controlling alternate bearing in mango (*Mangifera indica*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, v. 88, n. 4, p. 621-627, 2018.
- BARRAZA, M. H. P. et al. Calcium prohexadione reduces vegetative growth and increases germination of 'Ataulfo' floral mango. *Revista Mexicana de Ciências Agrícolas*, v. 7, n. 2, p. 263-276, 2016.
- BEZERRA SÁ, I. et al. Caracterização ambiental do Vale do Submédio São Francisco. In: LIMA, M.A.C et al. Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco: Uva de mesa e manga. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p.8-15.
- CAVALCANTE, I. H. L. et al. Metconazole on inhibition of gibberellin biosynthesis and flowering management in mango. *Erwerbs-Obstbau*, v. 62, n. 1, p. 89-95, 2020.
- DAVENPORT, T. L. Pruning strategies to maximize tropical mango production from the time of planting to restoration of old orchards. *HortScience*, v. 41, n. 3, p. 544-548, 2006.
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2015. Disponível em: <<http://www.embrapa.com>>. Acesso em: 02 jan. 2021.
- FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Alimentação e Agricultura. 2017. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID>>. Acesso em: 02 jan. 2021.
- FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Produção e exportação: Citação de base de dados. 2018. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID>>. Acesso em: 02 jan. 2021.
- FARIA, L. N. et al. The effects of irrigation management on floral induction of 'Tommy Atkins' mango in Bahia semiarid. *Engenharia Agrícola*, v. 36, n. 3, p. 387–398, 2016.

FERNÁNDEZ, M. da S.; SEGATO, S. V.; ROCHA, D. R. da. Produtividade, açúcar e brotação de cana-de-açúcar submetida a fungicidas e maturadores. *Nucleus*, v. 10, n. 2, p. 323-338, 2013.

FERREIRA, K. M. et al. Physiological and biochemical aspects of Tommy Atkins mango subjected to doses and methods of application of paclobutrazol. *Scientia Plena*, v. 16, n. 10, p. 1-9, 2020.

FLETCHER, R. A. et al. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural reviews*, v. 24, p. 55-138, 2000.

GOPU, B. et al. Effect of growth retardants on yield and yield contributing characters in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Alphonso under ultra high density plantation. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v. 6, p. 3865-3873, 2017.

GU, S. et al. Modelling the structural response of cotton plants to mepiquat chloride and population density. *Annals of Botany*, v. 114, n. 4, p. 877-887, 2014.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L. Crescimento vegetativo de macieiras 'Fuji suprema' sob influência da época de aplicação de proexadione cálcio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. 2, p. 373-380, 2014.

IBGE- Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Área destinada à colheita, área colhida, quantidade reduzida e valor da produção da lavoura permanente. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: 01 set. 2024.

KILL, L. H. P.; LIMA, M. A. C. Descrição do ecossistema e sua influência na qualidade das uvas e das mangas produzidas no Vale do Submédio São Francisco. In: LIMA, M.A.C et al. Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco: Uva de Mesa e Manga. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p.8-15.

KING, R. W. et al. Gibberellin structure and function: biological activity and competitive inhibition of gibberellin 2- and 3-oxidases. *Physiologia Plantarum*, v. 120, n. 2, p. 287-297, 2004.

KUMAR, A.; RAM, S.; SINGH, C. P. Application methods of paclobutrazol in Mango Cvs & its residual effect in leaf, fruit and orchard soil. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, v. 7, p. 24-39, 2020.

LAXMAN, C. J.; ANNAPOORNAMMA, C. J.; BIRADAR, G. Mango. In: RAO, N. K. S.; SHIVASHANKARA, K. S.; LAXMAN, R. H. (Eds). *Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops*. New Delhi: Springer, 2016. p. 169-181.

LEE, S. W.; RHO, K. H. Growth control in 'New Guinea' impatiens (*Impatiens hawker hybrida*) by treatments of plant growth retardants and triazole fungicides. *Horticultural Science & Technology*, v. 18, n. 6, p. 827-833, 2000.

LIMA, G. M. de S. et al. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole. *Ciencia Rural*, v. 46, n. 8, p. 1350-1356, 2016.

MAKHMALE, S. et al. Impact of climate change on phenology of Mango—The case study. *Ecology, Environment and Conservation*, v. 22, n. 9, p. 119-124, 2016.

- MAKHMAL, S. et al. Physiology of flowering- The case of mango. *International Journal of Applied Research*, v. 1, n. 11, p. 1008–12, 2015.
- MCCARTY, L. B. et al. St. Augustinegrass response to plant growth retardants. *Crop Science*, v. 44, n.4, p. 1323-1329, 2004.
- MCCONCHIE, C. Manipulating mango flowering to extend harvest window. 2018.
- MILFONT, M. L. et al. Transporte do paclobutrazol em colunas de solos. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. v. 32, n. 5, p. 2165–2175., 2008.
- MOUCO, M. A. C. (Ed.). Cultivo da mangueira. 3. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.
- MOUCO, M. A. C.; SILVA, D. J.; PRADO, R. M. Mango cultivation in Brazil. In: VALAVI, S. G. et al. Mango: cultivation in different countries. Houston: Studium Press LLC, 2012. p. 331- 345.
- MOUCO, M. A. do C. et al. Plant regulators on vegetative growth of Tommy Atkins mangoes. *Acta Horticulturae*, p. 187-192, 2013.
- NASEE, M. et al. Effect of mepiquat chloride, chlormequat chloride and paclobutrazol on flowering of mango cv. Nam Dok Mai Si Thong. *Journal of Agriculture*, 2014.
- OLDONI, F. C. A. et al. Boron fertilizing management on fruit production and quality of mango cv. Palmer in semiarid. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40, n. 3, p. 1–8, 2018.
- OLIVEIRA, G. P. et al. Caracterização de acessos de mangueira ‘Ubá’ na Zona da Mata Mineira. *Ciência Rural*, v. 43, n. 6, p. 962-969, 2013.
- OLIVEIRA, L. S. de et al. Crescimento inicial de cafeeiros sob restrição hídrica e pulverização com cloreto de mepiquat. VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2013.
- OLIVEIRA, M. B. et al. Structural and cytological aspects of mango floral induction using paclobutrazol. *Scientia Horticulturae*, v. 262, p. 109057, 2020.
- OLMO, B. T. Manejo floral na mangueira ‘Ubá’ no norte do estado do Espírito Santo. 2018. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2018.
- PEIXOTO, C. P. Princípios de fisiologia vegetal teoria e prática. Rio de Janeiro: Pod editora, 2020.
- PRIVÉ, J. P.; CLINE, J.; FAVA, A. Influence of prohexadione calcium (Apogee®) on shoot growth of non-bearing mature apple trees in two different growing regions. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 86, n. 1, p. 227-233, 2006.
- RADEMACHER, W. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. *Acta Horticulturae*, n. 653, p.29-32, 2004.
- RADEMACHER, W. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. In: ROBERTS, J. A. et al. *Annual Plant Reviews Online*, 2016. p. 359-403.

RADEMACHER, W. Growth retardants: biochemical features and applications in horticulture. *Acta Horticulturae*, n. 394, p. 57-74, 1995.

RAHIM, A. O. S. A. ELAMIN, O. M.; BANGERTH, F. K. Effects of growth retardants, paclobutrazol (PBZ) and prohexadione-Ca on floral induction of regular bearing mango (*Mangifera indica* L.) cultivars during off-season. *Journal of Agricultural and Biological Science*, v. 6, n. 3, p. 18-26, 2011.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Horticulturae*, v. 126, n. 2, p. 65-72, 2010.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L.; FISCHER, G. The number of leaves required for floral induction and translocation of the florigenic promoter in mango (*Mangifera indica* L.) in a tropical climate. *Scientia Horticulturae*, v. 123, n. 4, p. 443-453, 2010.

SAJJAD, Y. et al. Application of plant growth regulators in ornamental plants: a review. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, v. 54, n. 2, p. 327-333, 2017.

SALVI, B. R.; VARADKAR, R. S.; DALVI, N. V. Recent developments in conventional mango breeding. *Advanced Agricultural Research Technology Journal*, v. 3, p. 30-42, 2019.

SANDIP, M. et al. Physiology of flowering-the case of mango. *International Journal of Applied Research*, v. 1, n. 11, p. 1008-1012, 2015.

SANTOS, J. A. et al. Morphophysiological changes by mepiquat chloride application in Eucalyptus clones. *Trees*, v. 35, p. 189-198, 2020.

SCHOLEFIELD, P. B.; OAG, D. R.; SEDGLEY, M. The relationship between vegetative and reproductive development in the mango in northern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 37, n. 4, p. 425-433, 1986.

SHIVRAN, J. S.; JAT, M. L.; JAT, A. Adoption of regular bearing in mango over biennial bearing. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v. 9, n. 5, p. 149-154, 2020.

SILVA M. M. L. Conteúdo de carboidratos na maturação da parte aérea e produtividade em mangueira Palmer submetidos a fertilização potássica e bioestimulante. 2018. 29 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2018.

SILVA, A. C. et al. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel, São Paulo. *Magistra*, v. 24, n.1, p. 15-26, 2012.

SILVA, G. J. N. et al. Uniconazole on mango floral induction cultivar 'Kent' at submedio São Francisco region, Brazil. *Acta Horticulturae*, v. 884, p. 677-682, 2010.

SILVA, G. J. N. et al. Indução floral de mango 'Tommy Atkins' at Submedio Região de São Francisco, Brasil. IX Simpósio Internacional de Manga, 2010.

SILVA, P. T. S. et al. Análise de paclobutrazol em solos de áreas cultivadas com diferentes variedades de mangueira no Vale do São Francisco empregando QuEcHers e CLAE. *Scientia Plena*, v. 13, n.9, p.1-9, 2017.

SILVEIRA, J. P. G. et al. Potencial produtivo e qualidade de frutos de macieiras tratadas com giberelinas e inibidor da biossíntese de giberelinas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. 4, p. 771-779, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 848p.

TANG, G. et al. Development of poly (ionic liquids) based on mepiquat chloride with improved rainfastness and long-lasting activity on growth regulation of cotton plant. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, v. 8, n. 39, p. 14996-15004, 2020.

TUNG, S. A. et al. Mepiquat chloride effects on cotton yield and biomass accumulation under late sowing and high density. *Field Crops Research*, v. 215, p. 59-65, 2018.

VAZ, F. et al. Biodegradation of paclobutrazol: a plant growth regulator used in irrigated mango orchard soil. In: CHAMY, R.; ROSENKRANZ, F.; SOLER, L. (Eds). *Biodegradation and bioremediation of polluted systems – New advances and technologies*. London: InterchOpen, 2015. p. 85-107.

VIEIRA, E. L. et al. *Manual de fisiologia vegetal*. São Luis: Edufma, 2010. 230 p.

WHILEY, A. W. et al. Interpretation of growth responses of some mango cultivars grown under controlled temperature. *Acta Horticulture*, v. 291, p. 22-31, 1991.

WROBLEWSKA, K.; DEBICZ, R. Influence of time of benzyladenine application on rooting of cuttings and subsequent development of *Portulaca umbraticola* kunth. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, v. 12, n.1, p. 89-99, 2013.



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: ESTUDOS FUNDAMENTAIS

VOLUME XI