



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS GUANAMBI**

Distrito de Ceraíma, s/n – Zona Rural- Cx Postal 09 - CEP: 46.430-000/Guanambi – BA

NATÁLIA DOS SANTOS TEIXEIRA

**ÓLEOS ESSENCIAIS DE CRAVO E CANELA NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM
BANANAS PRATA-ANÃ**

Guanambi/BA

2024



NATÁLIA DOS SANTOS TEIXEIRA

**ÓLEOS ESSENCIAIS DE CRAVO E CANELA NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM
BANANAS PRATA-ANÃ**

Dissertação do Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi.

Orientadora: Prof.^a Dra. Joice Andrade Bonfim.

Coorientadoras: Prof.^a Dra. Aureluci Alves de Aquino

Prof.^a Dra. Daniele de Brito Trindade

Guanambi/BA

2024

Catálogo: Leidiane Reis - CRB-5/1959
IF Baiano, Campus Guanambi

T266o Teixeira, Natália dos Santos

Óleos essenciais de cravo e canela no controle da antracnose em bananas Prata-anã / Natália dos Santos Teixeira. -- Guanambi, Ba., 2024.

115f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso - Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Guanambi.

Orientador (a): Joice Andrade Bonfim.

Coorientadora: Aureluci Alves de Aquino.

Coorientadora: Daniele de Brito Trindade.

1. Agrotóxico. 2. Defensivos agrícolas. 3. Fungos.

I. Título.

CDU: 632.95



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO

Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido

TERMO DE APROVAÇÃO NO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ÓLEOS ESSENCIAS DE CRAVO E CANELA NO CONTROLE DA
ANTRACNOSE EM BANANA PRATA-ANÃ

Por
Natália dos Santos Teixeira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 13:30 horas do dia 09 de dezembro de 2024 como requisito para a conclusão do curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora, composta pelos professores/pesquisadores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o Trabalho APROVADO.

Banca Examinadora:

Profª. Drª. Joice Andrade Bonfim - Presidente; Profª. Drª. Felizarda Viana Bebé - Titular;
Profª. Drª. Suane Coutinho Cardoso - Titular; Profª. Drª. Daniele Brito Trindade - Coorientadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Joice Andrade Bonfim de Castro, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 26/05/2025 11:19:12.
- **Daniele de Brito Trindade, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 26/05/2025 12:29:58.
- **Suane Coutinho Cardoso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 26/05/2025 13:31:01.
- **Felizarda Viana Bebe, COORDENADOR(A) - FG2 - GBI-COPES**, em 26/05/2025 13:31:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 26/05/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifbaiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 700713
Verificador: 3411d71ed8
Código de
Autenticação:



DEDICATÓRIA

A Deus pelo dom da vida e ser meu alento nos momentos difíceis onde não tinha em que me apegar, nada seria de mim sem a fé.

A minha mãe Arivaldina Maria dos Santos Teixeira, que foi e sempre será o meu pilar e a minha inspiração para almejar conquistas, que foi o meu aconchego nos dias em que nada parecia dar certo e me fez acreditar que eu era capaz.

A meu companheiro Maxuel Ferreira Abrantes, por todo o apoio, carinho e amor, por enxugar as minhas lágrimas, me ajudou até quando não podia e se não fosse por você eu não teria finalizado esta pesquisa.

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, à Deus, por minha vida e por não me deixar desistir em meio a tantos obstáculos colocados em meu caminho.

À Maxuel Ferreira Abrantes, que ajudou na execução do projeto e nunca me deixou desistir.

Aos meus pais e irmã, que sempre me incentivaram a continuar.

À minha orientadora, professora Joice Andrade Bonfim.

À minha coorientadora, professora Aureluci Alves de Aquino, incentivadora do meu ingresso nesse programa de Mestrado, por acompanhar esta pesquisa e por todos os ensinamentos.

E, principalmente, à minha coorientadora Daniele de Brito Trindade, que foi luz quando eu só vi escuridão, que não me abandonou e me fez ver que seria possível a conclusão da pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, por todo o suporte prestado durante a execução da pesquisa.

A Coomadac, em especial a Cleomilton e Isaac por permitir a minha completa dedicação à esta pesquisa.

E a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

Meu muito obrigada!

RESUMO

TEIXEIRA, N.S. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Guanambi, Guanambi, dezembro de 2024. **Óleos essenciais de cravo e canela no controle da antracnose em bananas Prata-anã.** Orientadora: Dra. Joice Andrade Bonfim. Coorientadoras: Dra. Aureluci Alves de Aquino e Dra. Daniele de Brito Trindade.

A infecção pelo fungo *Colletotrichum Musae* causa a doença denominada antracnose e infecta os frutos ainda verdes, permanecendo quiescente e sem sintomas aparentes, até quando se inicia o amadurecimento do fruto e haja condições para o crescimento do microrganismo e o desenvolvimento da doença. Os subprodutos de plantas medicinais, como os óleos essenciais têm sido estudados como uma alternativa para o controle de doenças de plantas, visando amenizar e/ou reduzir o uso abusivo de defensivos agrícolas. Assim, este trabalho teve como objetivo determinar o potencial fungicida de dos óleos essenciais de Cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e de Canela (*Cinnamomum verum*) no controle da doença antracnose na pós-colheita da banana. Foi realizada a análise *in vitro* para determinar a atividade antifúngica dos óleos, por meio da repicagem do fungo em meio de cultura BDA acrescido dos tratamentos com óleos essências, nas concentrações de 0,00%, 0,25%, 0,50%, 0,75% e 1,0%, observando a formação de halos e medindo os seus tamanhos, obtendo assim a porcentagem da inibição do crescimento micelial. Os cachos de banana foram divididos em buquês de três dedos e após a sanitização foram inoculados com três discos do micélio do patógeno, colocados em bandejas plásticas e cobertas com filme plástico. Após as 24 horas os frutos foram borrifados com os mesmos tratamentos já citados, e novamente colocados sobre as bandejas acondicionadas em temperatura ambiente pelo período de dez dias. Nos dias 0,2,4,6,8 e 10 foram realizadas as análises de incidência da doença, tamanho da lesão, perda de massa, maturação dos frutos, pH, acidez titulável e Sólidos Solúveis Totais. O experimento foi conduzido seguindo um ensaio fatorial 2x5, considerando o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três repetições, totalizando 30 unidades amostrais. No método de aplicação *in vitro*, houve eficácia, principalmente do óleo essencial de cravo, sobre o fungo, havendo a formação de halos de inibição, que aumentavam com o uso de concentrações maiores. Os resultados mostraram que os óleos essenciais de cravo e de canela não tiveram influência negativa nas características físico-químicas do fruto durante o período de dez dias, e que também não interferiram no tamanho das lesões causadas pelo fungo, assim como nos níveis de incidência da doença.

Palavras-chave: agrotóxicos; atividade antifúngica; *Musa spp.*; *Colletotrichum Musae*; novas tecnologias;

ABSTRACT

TEIXEIRA, N.S. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Guanambi, Guanambi, December of. **Clove and cinnamon essential oils in the control of anthracnose in Prata-anã bananas.** Orientadora: Dra. Joice Andrade Bonfim. Co-orientadoras: Dra. Aureluci Alves de Aquino e Dra. Daniele de Brito Trindade.

Infection by the fungus *Colletotrichum Musae* causes the disease called anthracnose and infects fruits that are still green, remaining quiescent and without apparent symptoms, until the fruit begins to ripen and conditions exist for the growth of the microorganism and the development of the disease. By-products of medicinal plants, such as essential oils, have been studied as an alternative for controlling plant diseases, aiming to alleviate and/or reduce the abusive use of agricultural pesticides. Thus, this work aimed to determine the fungicidal potential of Clove (*Syzygium aromaticum*) and Cinnamon (*Cinnamomum verum*) essential oils in controlling anthracnose disease in post-harvest bananas. In vitro analysis was carried out to determine the antifungal activity of the oils, by pricking the fungus in PDA culture medium plus treatments with essential oils, at concentrations of 0.00%, 0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.0%, observing the formation of halos and measuring their sizes, thus obtaining the percentage of inhibition of mycelial growth. The banana bunches were divided into three-finger bouquets and after sanitization they were inoculated with three disks of the pathogen's mycelium, placed in plastic trays and covered with plastic film. After 24 hours, the fruits were sprayed with the same treatments already mentioned, and placed again on trays stored at room temperature for a period of ten days. On days 0,2,4,6,8 and 10, analyzes of disease incidence, lesion size, mass loss, fruit maturation, pH, titratable acidity and Total Soluble Solids were carried out. The experiment was conducted following a 2x5 factorial assay, considering the Completely Randomized Design (DIC), with three replications, totaling 30 sample units. In the in vitro application method, there was effectiveness, mainly of clove essential oil, on the fungus, with the formation of inhibition halos, which increased with the use of higher concentrations. The results showed that clove and cinnamon essential oils did not have a negative influence on the physical-chemical characteristics of the fruit during the ten-day period, and that they also did not interfere with the size of the lesions caused by the fungus, as well as the incidence levels of the disease.

Keywords: pesticides; antifungal activity; *Musa spp.*; *Colletotrichum Musae*; new technologies;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. A banana.....	17
2.1.1. Perdas pós-colheita de banana Prata-Anã.....	18
2.2. Antracnose.....	18
3.2.1. Controle de antracnose em banana.....	19
3.3. Antimicrobianos.....	20
3.3.1 Óleos essenciais.....	20
3.3.1.1 Óleo essencial de cravo-da-índia (<i>Syzygium aromaticum</i>).....	20
3.3.1.2 Óleo essencial de canela (<i>Cinnamomum verum</i>).....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1. Período de realização da pesquisa.....	22
4.2. Seleção dos frutos.....	22
4.3. Obtenção e isolamento dos fungos patogênicos.....	23
4.4. Extração dos óleos essenciais.....	23
4.5 MÉTODO <i>in vitro</i>.....	25
4.5.1 Determinação da atividade antifúngica dos óleos essenciais.....	25
4.5.2. Leitura das placas.....	25
4.6. MÉTODO <i>in vivo</i>.....	25
4.6.1. Métodos de aplicação do fungo no fruto.....	25
4.7. Incidência da doença.....	28
4.7.1. Tamanho das lesões.....	28
4.8. Análises físico-químicas durante a vida útil do produto.....	28
4.8.1. Perda de massa.....	28
4.8.2. Maturação dos frutos.....	29
4.8.3. Análise de pH.....	29

4.8.4. Acidez titulável.....	29
4.8.5. Sólidos Solúveis totais.....	29
4.9. Delineamento experimental e análises estatística.....	29
4.9.1. Crescimento micelial.....	30
4.9.2. Incidência da doença.....	33
4.9.3. Tamanho da lesão.....	35
4.9.4. Perda de massa.....	37
4.9.5. Maturação dos frutos.....	41
4.9.6. pH.....	43
4.9.7. Acidez titulável.....	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
5.1. Atividade antifúngica dos óleos essenciais.....	53
5.2. Leitura das placas.....	54
5.3. Análises de incidência da doença.....	56
5.4. Tamanho da lesão.....	59
5.5. Perda de massa.....	62
5.6. Maturação dos frutos.....	68
5.7. pH.....	70
5.8. Acidez Titulável.....	72
5.9. Sólidos Solúveis Totais (°Brix).....	74
6. CONCLUSÕES.....	78
7. REFERÊNCIAS.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escala de maturação de Von Loesecke (1950), adaptado: autoras, 2024.....	23
Figura 2. Extração de óleo essencial, de cravo e canela, pelo método de Clevenger. Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, 2024.....	24
Figura 3. Imersão dos buquês de banana em água potável com detergente neutro (A) e posterior sanitização com hipoclorito de sódio (B).....	26
Figura 4. Amostras cobertas com filme PVC contendo chumaços de algodão para inoculação do C. Musae. Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, 2024.....	27
Figura 5. Aplicação de óleo essencial, de cravo e canela (A) e sua secagem (B). Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, 2024.....	27
Figura 6. Boxplot da inibição do crescimento micelial, considerando os dois óleos essenciais (canela e cravo) e as cinco concentrações de óleo (0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00).....	31
Figura 7. Comportamento longitudinal do tamanho da lesão do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita), respectivamente.....	35
Figura 8. Comportamento longitudinal da perda média de massa do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita).	38
Figura 9. Comportamento longitudinal do pH do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita).....	43
Figura 10. Comportamento longitudinal da acidez titulável do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo(esquerda) e canela(direita), respectivamente.....	46
Figura 11. Comportamento longitudinal do Brix do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo(esquerda) e canela(direita), respectivamente.	50
Figura 12. Placas de Petri contendo meio de cultura BDA com os diferentes tratamentos, A (amostra T4 OE de canela) e B (amostra T3 de OE de cravo) armazenados a $\pm 27^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, 2024.....	53
Figura 13. Ajuste dos modelos de regressão para o crescimento micelial do fungo em placas de Petri, em função das concentrações de óleos essenciais.....	56
Figura 14. Amostras controle tomadas pelo fungo da antracnose ao oitavo dia de armazenamento.	56
Figura 15. Comportamento longitudinal da incidência da doença do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita), respectivamente.....	58
Figura 16. Ajuste do modelo de regressão da incidência da doença do fruto em função da concentração de óleo essencial, no dia 10.....	59
Figura 17. Aparecimento dos primeiros sinais de lesões causadas pela antracnose nas amostras de banana.....	59
Figura 18. Bananas tratadas com 0,25% de óleo essencial de cravo (A), ao lado esquerdo. Bananas tratadas com 0,25% de óleo essencial de canela (B).....	60

Figura 19. Amostras de banana tratadas com óleo essencial de cravo e canela ao sexto dia de armazenamento.....	61
Figura 20. (A) Frutos submetidos aos tratamentos com óleo essencial de cravo e canela, ao sexto dia de armazenamento e (B) tratamento T4 para óleo essencial de cravo ao oitavo dia.....	61
Figura 21. Ajuste dos modelos de regressão para a perda de massa do fruto no dia 4, em função das concentrações de óleos essenciais, considerando os diferentes tipos de óleos essenciais (cravo e canela).....	65
Figura 22. Ajuste dos modelos de regressão para a perda de massa do fruto no dia 6, em função das concentrações de óleos essenciais, considerando os diferentes tipos de óleos essenciais (cravo e canela).....	66
Figura 23. Ajuste dos modelos de regressão para a perda de massa do fruto no dia 8, em função das concentrações de óleos essenciais, considerando os diferentes tipos de óleos essenciais (cravo e canela).....	66
Figura 24. Ajuste dos modelos de regressão para a perda de massa do fruto no dia 10, em função das concentrações de óleos essenciais, considerando os diferentes tipos de óleos essenciais (cravo e canela).....	67
Figura 25. Evolução da maturação nas amostras tratadas com óleo essencial de cravo e canela. (A) bananas sobre os diferentes tratamentos ao sexto dia de armazenamento e (B) bananas sobre os diferentes tratamentos ao oitavo dia de armazenamento.....	69
Figura 26. Ajuste do modelo de regressão da maturação do fruto em função da concentração de óleo essencial, no dia 8.....	70
Figura 27. Boxplot do pH no dia 2, considerando os dois óleos essenciais (canela e cravo) e as cinco concentrações de óleo (0,00%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; 1,00%).....	71
Figura 28. Ajuste do modelo de regressão da acidez titulável do fruto em função da concentração de óleo essencial, nos dias 4 (a) e 10 (b).....	72
Figura 29. Ajuste do modelo de regressão do Brix do fruto em função das concentrações de óleos essenciais de cravo e canela.....	76
Figura 30. Ajuste do modelo de regressão do Brix do fruto em função das concentrações de óleos essenciais de cravo e canela.....	77
Figura 31. Ajuste do modelo de regressão do Brix do fruto em função das concentrações de óleos essenciais de cravo e canela.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diferentes tratamentos utilizando óleo essencial de cravo e canela para a banana Prata-Anã. Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, 2024.....	24
Tabela 2. Medidas descritivas da inibição do crescimento micelial em placas, considerando o óleo essencial e as cinco de concentrações de óleo, do dia 0 até o dia 10. Guanambi – BA.....	30
Tabela 3. <i>P</i> -valores dos testes de normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) e homoscedasticidade (<i>Bartlett</i>), considerando o crescimento micelial nos fungos.....	32
Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos inibição do crescimento micelial, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2X5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	32
Tabela 5. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial.....	32
Tabela 6. Médias do rank para o crescimento micelial do fungo em placas de Petri considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).....	33
Tabela 7. <i>P</i> -valores dos testes de normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) e homoscedasticidade (<i>Bartlett</i>), considerando a incidência da doença nos frutos.....	33
Tabela 8. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos (ranks) da incidência da doença médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	33
Tabela 9. Análise de variância (ANOVA) para avaliar a incidência da doença médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	34
Tabela 10. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração.....	35
Tabela 11. <i>P</i> -valores dos testes de normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) e homoscedasticidade (<i>Bartlett</i>), considerando o tamanho da lesão nos frutos.....	36
Tabela 12. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos (ranks) do tamanho médio da lesão, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	37
Tabela 13. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o tamanho médio da lesão, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	37
Tabela 14. <i>P</i> -valores dos testes de normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) e homoscedasticidade (<i>Bartlett</i>), considerando a perda de massa dos frutos.....	38
Tabela 15. Análise de variância (ANOVA) para avaliar perda média da massa, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	39
Tabela 16. Médias da perda de massa, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	40
Tabela 17. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos da perda da massa, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	40
Tabela 18. <i>P</i> -valores dos testes de normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) e homoscedasticidade (<i>Bartlett</i>), considerando a maturação dos frutos.....	41

Tabela 19. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos da variável maturação do fruto, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	42
Tabela 20. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial....	42
Tabela 21. Médias dos ranks da maturação do fruto, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	43
Tabela 22. <i>P</i> -valores dos testes de normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) e homoscedasticidade (<i>Bartlett</i>), considerando o pH dos frutos.....	44
Tabela 23. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o pH médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.	45
Tabela 24. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o pH médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.	45
Tabela 25. Médias do pH do fruto considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais)..	46
Tabela 26. <i>P</i> -valores dos testes de normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) e homoscedasticidade (<i>Bartlett</i>), considerando a acidez titulável dos frutos.....	47
Tabela 27. Análise de variância (ANOVA) para avaliar a acidez titulável média, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	47
Tabela 28. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos (ranks) da acidez titulável média, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.....	48
Tabela 29. Definição do melhor modelo de regressão para o efeito da concentração de cada óleo essencial, em relação a acidez titulável do fruto.....	49
Tabela 30. Médias da acidez titulável do fruto considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).....	49
Tabela 31. <i>P</i> -valores dos testes de normalidade (<i>Shapiro-Wilk</i>) e homoscedasticidade (<i>Bartlett</i>), considerando o Brix dos frutos.....	50
Tabela 32. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o Brix médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.	51
Tabela 33. Médias do Brix do fruto considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).	52
Tabela 34. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial....	52
Tabela 35. Médias do Brix, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	52
Tabela 36. Porcentagem de inibição do crescimento micelial (IC%) in vitro do fungo <i>Colletotrichum musae</i> submetido aos tratamentos com os óleos essenciais de cravo e canela, após 24 horas. Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, 2024.....	54
Tabela 37. Médias da perda de massa no dia 4, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	63
Tabela 38. Médias da perda de massa no dia 6, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	64
Tabela 39. Médias da perda de massa no dia 8, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	64

Tabela 40. Médias da perda de massa do fruto considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).....	67
Tabela 41. Médias do Brix no dia 4, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	75
Tabela 42. Médias do Brix no dia 6, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	75
Tabela 43. Médias do Brix no dia 8, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).....	78

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta de alto valor nutricional, rica em carboidratos, vitaminas e minerais, sendo considerada por nutricionistas como um alimento importante para consumo em todas as faixas etárias. No Brasil, a banana é amplamente consumida, e sua produção é preponderantemente destinada ao consumo interno (Oliveira, 2015).

O elevado número de cultivares de bananeiras tipo Prata, no Brasil, com destaque para a ‘Prata-Anã’ e a ‘Pacovan’ evidencia a tradição de seu cultivo e a sua boa aceitação comercial. A bananeira ‘Prata-Anã’ ou ‘Enxerto’, como também é conhecida, é uma planta vigorosa, de porte médio à baixo, com 2,0 a 3,5 m, e seus frutos são típicos do subgrupo Prata (Donato *et al.*, 2006).

A bananicultura é um cultivo que se destaca no Brasil como uma das mais produzidas e consumidas em todo o país. Em 2022, a área explorada com a referida fruta chegou a 457.910 hectares (Caires; Barbieri, 2021.; IBGE, 2023).

Ao longo da cadeia de produção da banana, existe um volume significativo de perdas causadas por danos físicos, fisiológicos e fatores microbiológicos. No Brasil, as perdas de frutas na etapa pós-colheita podem chegar a 40%, dependendo da espécie, da forma que se efetiva a colheita, do transporte, do processamento, do armazenamento, sendo determinante, também, o grau de infecção por patógenos (Chitarra; Chitarra, 2005; Junqueira *et al.*, 2003).

Algumas doenças, principalmente as que ocorrem na etapa pós-colheita, são as principais responsáveis pelas perdas comerciais dos frutos, como o manejo inadequado, que causa lesões que propiciam a entrada de patógenos causadores de doenças. A infecção pelo fungo *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx. (Teleomorfo: *Glomerella musarum* Petch) é considerada uma das principais doenças na pós-colheita da banana, sendo responsável por causar grandes prejuízos aos produtores, limitando o crescimento da produção (Solino *et al.*, 2012).

Este fungo é o causador da doença denominada antracnose e infecta os frutos ainda verdes, permanecendo quiescente e sem sintomas aparentes, até quando se inicia o amadurecimento do fruto e haja condições para o crescimento do microrganismo e o desenvolvimento da doença. Com o aumento da umidade ambiental, surgem, na casca, pontos pretos, que aumentam de tamanho, formando manchas deprimidas de até cinco cm de diâmetro. Frutos colhidos sem sintomas poderão manifestar a enfermidade nas fases de embalagem, transporte, amadurecimento e comercialização (Negreiros *et al.*, 2013).

O controle da antracnose é feito, principalmente, com o uso de agrotóxicos, que resulta, dentre outros fatores, no surgimento de resistência do patógeno e à contaminação dos frutos, agricultores e consumidores. Os produtores fazem amplo uso de fungicidas convencionais para controlar as doenças decorrentes das infecções fúngicas (Vieira *et al.*, 2017). Para isso, as frutas são

imersas em soluções contendo os fungicidas à base de tiabendazol, tiofanato metílico, prochloraz e imazalil, que são as principais formas de controle da antracnose na maioria das frutas (Braga *et al.*, 2019a).

São constantes as preocupações em relação aos riscos para a saúde humana impostos pelo uso dos referidos fungicidas, tais como: o risco de desenvolver cânceres nos manipuladores e consumidores, em decorrência da exposição contínua, bem como a preocupação com a poluição ambiental (Rivero *et al.*, 2015). Ademais, o uso continuado desses compostos sintéticos tem induzido o surgimento de biótipos resistentes aos patógenos fúngicos (Fisher *et al.*, 2018).

Para minimizar os efeitos residuais dos agrotóxicos, podem ser utilizadas medidas alternativas no controle do fitopatógeno. Os subprodutos de plantas medicinais têm sido estudados como uma alternativa para o controle de doenças de plantas, visando amenizar e/ou reduzir o uso abusivo de agrotóxicos.

Os óleos essenciais são substâncias naturais voláteis de composição complexa, aromatizantes, lipofílicos de baixo peso molecular, sendo constituídos principalmente por fenilpropanóides e terpenóides. Podem ser extraídos de diferentes partes das plantas, como folhas, raízes, flores, frutos, casca de caule, podendo ser armazenados em tricomas glandulares, canais oleíferos, células epidérmicas, bolsas lisígenas ou células parenquimáticas diferenciadas (Ootani *et al.*, 2013).

A maioria dos óleos essenciais possuem atividades antimicrobianas, e isso se deve aos seus constituintes fitoquímicos, como os compostos fenólicos, monoterpenos e terpenóides. Os monoterpenos possuem efeitos tóxicos às membranas dos patógenos, permitindo que eles atuem como agentes fungitóxicos, sob diferentes concentrações (Maia *et al.*, 2015). Esse perfil químico pode produzir efeitos satisfatórios sobre a inibição dos fungos causadores da antracnose.

Esses fatores apontam para uma utilização promissora de óleos essenciais para o controle de fitopatógenos, configurando um método alternativo que não causa danos ao meio ambiente, por se constituir de moléculas orgânicas naturais. Além disso, no cenário da agricultura familiar, a utilização desses produtos pode viabilizar a geração de renda, pois a maioria das espécies que possuem potencial fitoquímico são de fácil cultivo, não havendo necessidade de consideráveis investimentos e manejos agrícolas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A banana

No Brasil, a bananicultura configura uma das mais importantes culturas, sendo a fruta mais consumida no país e a segunda mais produzida, perdendo apenas para o cultivo da laranja (Santana

Junior *et al.*, 2020). O fruto mencionado se desenvolve melhor em temperaturas entre 15 e 35°C, uma vez que, em locais onde predominam temperaturas muito baixas, ocorre o chamado *chilling*, que é um dano causado pelo frio, seja no campo, no transporte ou no armazenamento (EMBRAPA, 2014).

A banana é um fruto climatérico que possui um reduzido ciclo até o amadurecimento e, conseqüentemente, menor tempo de vida útil quando submetido à temperatura ambiente. Esse fenômeno ocorre em virtude de sua alta taxa respiratória e grande produção de etileno, que acabam acelerando esse processo (Prill *et al.*, 2012.; Araújo *et al.*, 2020).

No ano de 2009, o consumo médio de banana por habitante, no Brasil, foi de 11 quilos, e seu elevado índice de consumo está diretamente relacionado aos valores monetário e nutricional, tendo, em sua composição, 23% de carboidrato, 11% de proteínas e 0,3% de lipídeos e vitaminas A, B1 e B2, e as vitaminas D e E em menores quantidades, maiores valores de potássio, fósforo, cálcio e ferro (Fasolin *et al.*, 2007; Falcão *et al.*, 2017).

2.1.1. Perdas pós-colheita de banana Prata-Anã

A comercialização da banana *in natura* é limitada, e isso decorre dos altos índices de perdas pós-colheita. Assim, embora seja uma fruta amplamente consumida e produzida, as perdas qualitativas e quantitativas ao longo de toda a sua cadeia produtiva chegam a representar 20% (Sousa *et al.*, 2018).

O mais significativo fator restritivo da banana está diretamente relacionado ao seu amadurecimento rápido e irreversível, o que repercute em uma acelerada deterioração e intensa podridão, tornando-a suscetível às doenças pós-colheita, causadas por múltiplos patógenos fúngicos, fazendo com que haja uma redução da sua vida útil, principalmente quando mantidas em temperatura ambiente (Ahmed; Palta, 2016). Nesse sentido, Chitarra e Chitarra (2005) descrevem que as perdas fitopatológicas são causadas, especialmente, por doenças de natureza fúngica, uma vez que as doenças podem iniciar no campo e permanecerem latentes, manifestando-se somente após a colheita.

A maior parte da cultura da bananeira produzida no Brasil é destinada para o consumo interno, e isso se efetiva em virtude das reduções nas taxas de exportações ocasionadas pela falta de tecnologias e pelo controle ineficiente de doenças pós-colheita, que não permitem que a fruta chegue com qualidade à mesa dos consumidores. Além disso, dentro do sistema de produção, evidencia-se a precariedade em relação à estrutura comercial e ao escoamento do produto, e a notável preferência dos consumidores brasileiros pela variedade do grupo Prata, embora haja, no exterior, uma maior demanda por variedades do grupo Cavendish (Saraiva, 2013; Rodrigues *et al.*, 2022).

2.2. Antracnose

Dentre as várias doenças que afetam a produtividade da bananeira, a antracnose é uma das principais, causando perdas de até 40% em toda a produção. Essa infecção é causada pelo fungo *C. musae*, espécie que também é capaz de ocasionar esta doença em outras culturas, como a do mamoeiro e da soja (Silva *et al.*, 2016).

A antracnose é uma doença fitopatológica que ataca diretamente os frutos. Sua incidência nas culturas agrícolas acaba ocasionando grandes níveis de perda nas lavouras. Devido a esse impacto econômico, o agente causador da antracnose foi incluído na lista dos dez fungos patogênicos mais importantes do mundo, sendo que, até o momento, foram catalogadas 218 espécies de *Colletotrichum*, que são capazes de infectar mais de 30 gêneros de plantas, causando, além da antracnose, outras doenças pós-colheita (Carboni, 2018).

A diversidade das estratégias de sobrevivência e ciclos de vida das espécies de *Colletotrichum* são características responsáveis pela sua alta complexidade taxonômica (Sharma; Shenoy, 2016). Esse patógeno danifica a qualidade dos frutos, interferindo, assim, na comercialização e exportação destes (Couto; Menezes, 2004).

Os sintomas da antracnose não são visíveis quando os frutos estão verdes, entretanto, à medida em que se efetiva o amadurecimento, ocorre também o aparecimento dos sintomas, como pequenos pontos escuros, que geralmente progridem e se tornam lesões deprimidas e necróticas (Cordeiro *et al.*, 2016).

3.2.1. Controle de antracnose em banana

O uso de produtos químicos é a forma mais convencional adotada no controle de pragas e doenças, nas mais variadas culturas. A curto prazo, esses produtos possuem efeito benéfico, porém, a longo prazo, o seu uso indiscriminado suscita o desenvolvimento de populações de patógenos resistentes, além de causar problemas ambientais, contaminações e, possivelmente, problemas à saúde daqueles que os consomem. Em relação aos fungicidas e à sua utilização para o controle da antracnose, seu uso isolado não garante o controle total da doença, por isso, devem ser pensadas novas estratégias (Bettiol, 2011; Borsoi, *et al.*, 2014; Rodrigues *et al.*, 2022).

Para controlar a antracnose em frutos de banana, é fundamental adotar medidas preventivas que impeçam a infecção, a multiplicação e o desenvolvimento do patógeno. Entre essas medidas, destacam-se a redução da temperatura dos frutos durante o armazenamento e a aplicação de fungicidas químicos, com o Tiabendazol sendo o mais utilizado. Além disso, podem ser empregados extratos e óleos vegetais com potencial antifúngico, especialmente devido à resistência desenvolvida por microrganismos ao longo do tempo (Silva *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2016; Leite *et al.*, 2018; Rodrigues *et al.*, 2021).

3.3. Antimicrobianos

Antimicrobianos são substâncias químicas capazes de inibir a multiplicação de microrganismos, como bactérias e fungos. Na indústria de alimentos, são utilizados para garantir a segurança alimentar e preservar a qualidade dos produtos. Além disso, agentes antimicrobianos têm ganhado popularidade por serem frequentemente obtidos de extratos e partes de diversas espécies vegetais, sendo também empregados como saborizantes em alguns alimentos (*Food Ingredients Brasil*, 2010).

Uma classe de antimicrobianos amplamente estudada tem sido os óleos essenciais (OE). A aplicação dos OE em alimentos vem ganhando importância por apresentarem componentes naturais, evitando, portanto, o uso de aditivos sintéticos e por apresentarem, também, eficiência nas funções antioxidantes e antirradicais (Sacchetti *et al.*, 2005; Oussalah, 2006).

3.3.1 Óleos essenciais

Os óleos essenciais (OE) são de origem vegetal, sendo obtidos através de processo físico ou outro método adequado, extraídos de partes das plantas como folhas, raízes, sementes, frutos, flores e troncos. Os OE possuem aroma altamente intenso, alta volatilidade e regularmente se apresentam no estado líquido, com coloração incolor variando para o amarelado (Teodoro 2016; Popielski, 2016).

O uso do óleo essencial está diretamente ligado ao potencial antifúngico, que acaba inibindo crescimento micelial e a germinação de esporos (Ootani *et al.*, 2013). Logo, nas plantas, eles atuam na defesa de pragas e patógenos, além de auxiliarem na atração de possíveis polinizadores (Pavela, 2015).

Esses óleos são voláteis e se apresentam em uma mistura complexa de moléculas químicas, sendo vastamente utilizados por suas propriedades organolépticas e fungicidas e pelos diferentes graus de resistência às bactérias em sua presença (Dussault; Vu; Lacroix, 2014). O uso potencial de OE tem alcançado notoriedade nas últimas décadas, em paralelo com os avanços nas abordagens tradicionais para proteger a saúde de humanos, animais e alimentos contra a presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes (Andrade *et al.*, 2014). São substâncias com características de sabor e fragrância acentuada, além de possuírem propriedades antioxidantes, anti-inflamatória e antimicrobiana, o que viabiliza a sua utilização em diversas áreas (Lubbe; Verpoorte, 2011; Pavela, 2015).

3.3.1.1 Óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*)

O cravo-da-índia é uma especiaria proveniente de planta tropical que pode medir de oito a dez metros, tendo um longo ciclo vegetativo. Pertence à família *Myrtaceae*, sendo ele o botão seco

de uma flor. Possui um sabor marcante, com toque picante ao paladar, e forte aroma, e seu nome deriva do latim *clavus* (Affonso *et al.*, 2012).

É utilizado como condimento, medicamento e ingrediente para fabricação de perfumes desde a antiguidade, pelos chineses. Os egípcios os utilizavam como tônico fortalecedor e fortificante para aqueles que trabalhavam nas pirâmides (Rabêlo, 2010; Affonso *et al.*, 2012; Affonso *et al.*, 2014).

O óleo essencial de cravo possui propriedades antifúngicas, antibacterianas, inseticidas, antioxidantes e medicinais, e seu principal componente é o eugenol, responsável por sua característica antifúngica, que compõe entre 70% e 90% de sua composição total, sendo que esse componente possui características fungicidas (Gayoso *et al.*, 2005; Costa *et al.*, 2011; Affonso *et al.*, 2012). É obtido pela destilação de flores, caules e folhas do craveiro-da-índia (Figueiredo; Silva; Morais, 2021).

Estudos testaram a atividade antimicrobiana de extratos de hortelã, canela, mostarda, gengibre, alho e cravo, e nestes foi possível constatar o completo efeito bactericida contra os patógenos de origem alimentar *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* (Sofia *et al.*, 2007).

Avaliando o desenvolvimento do fungo *C. musae in vitro* verificaram que o seu desenvolvimento foi totalmente controlado ao se utilizar os óleos de cravo e tomilho, e nesses tratamentos o controle chegou a 100%. Entretanto, quando os tratamentos com diferentes concentrações (2, 4, 6 e 8 µL) de óleos essenciais foram aplicados sobre as bananas Prata-Anã, não houve diferença nas características avaliadas, em relação à incidência e severidade dos frutos com inoculação com conídios de *C. musae* (Fernandes *et al.*, 2023).

Mangany, Regnier e Olivier (2015), ao avaliarem o potencial antimicrobiano de óleos essenciais, dentre eles o óleo de cravo, sobre o desenvolvimento de *Fusarium oxysporum* isolado S-1187, perceberam que, com o aumento da concentração do óleo, ocorreu também o aumento da inibição do crescimento fúngico em relação à testemunha, de 83% na concentração 250 mL L⁻¹ para 100 % a partir da concentração de 500 µL.L⁻¹.

3.3.1.2 Óleo essencial de canela (*Cinnamomum verum*)

A canela pertence à família *Lauraceae*, sendo basicamente composta pela casca seca, que possui 1,2% de óleo volátil e 60% de transcinamaldeído, proveniente do caule e das ramificações de sua árvore. A *C. verum* possui, como sinônimo, *Camphora mauritiana* Lukman, *Cinnamomum zeylanicum* Blume e *Laurus cinnamomum* L, conhecida com o nome popular canela ou canela-do-ceilão (Brasil, 2010).

O óleo essencial de canela pode ser obtido através das cascas, folhas, flores e outras partes da *C. verum* e possui atividade antimicrobiana, antifúngica, antioxidante e inseticida e possui, também, grande propriedade aromatizante (Andrade *et al.*, 2012; Joshi, 2019).

A composição do óleo essencial de canela pode variar extremamente conforme a parte da planta da qual foi extraído. Pesquisas de Andrade (2010) identificaram 14 constituintes no óleo essencial proveniente da casca seca da canela, sendo o (E)-cinemaldeído (77,72%) o componente majoritário. Jayaprakasha *et al.* (2003), por sua vez, ao analisarem o óleo essencial dos galhos, verificaram dominante presença de (E)-cinamila (36,59%) e (E)-cariofileno (22,36%) dentre os 23 compostos identificados.

O potencial efeito dos óleos essenciais no controle de fitopatógenos foi relatado por Chagas *et al.*, (2014) que observaram que ao aplicar 3000 $\mu\text{L L}^{-1}$ dos óleos de *Melaleuca alternifolia* (árvore do chá), *Cymbopogon martini* (palma-rosa), *C. zeylanicum* (canela), inibiram totalmente o crescimento micelial de *Amphobotrys ricinicausador* do mofo cinzento em mamona.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Período de realização da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi, no mês de janeiro de 2024, período chuvoso na região, consequentemente, com maior incidência dos fungos nos frutos das bananeiras.

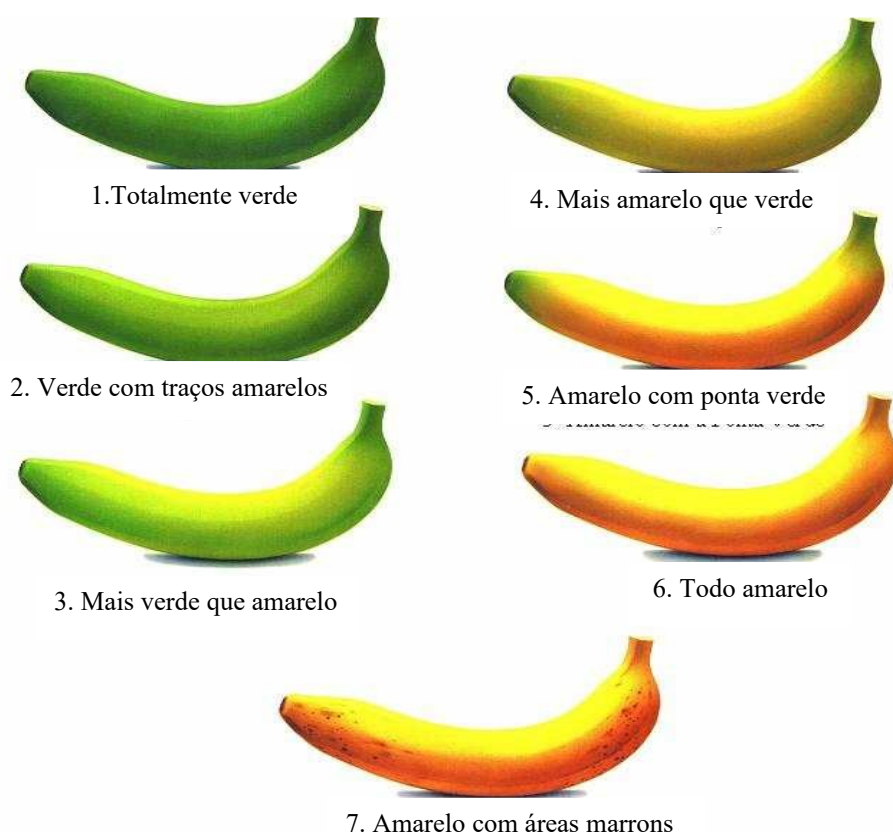
4.2. Seleção dos frutos

Foram utilizados frutos de banana Prata-Anã (*Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish'), obtidos diretamente do produtor local, do distrito de Ceraíma, Guanambi.

A cor da casca é um importante aspecto a ser observado na comercialização da banana. Devido a esse fator, foram colhidos frutos em estágio de pré-climatério, com coloração de casca em nível 2 (verde com traços amarelos), segundo escala de Maturação de *Von Loesecke* (PBMH e PIF, 2006), Figura 1, com ausência de injúrias mecânicas, tamanho uniformes, livres de infecções e defeitos físicos.

Posteriormente, foi realizado o transporte dos frutos em caixas plásticas, previamente sanitizadas, do campo até o laboratório de frutas do *Campus*, onde, então, foi realizada a despenca dos cachos em buques de três frutos.

Figura 1. Escala de maturação de Von Loesecke (1950), adaptado: autoras, 2024.



4.3. Obtenção e isolamento dos fungos patogênicos

Os fungos de *C. musae* foram fornecidos pelo Departamento de Microbiologia da Universidade Federal de Viçosa. Os fungos assim que chegaram no *Campus*, foram levados ao laboratório de microbiologia, onde foram coletados pequenos fragmentos de aproximadamente 10 mm e colocados em placas de Petri, contendo o ágar BDA (Ágar Batata Dextrose) e mantidos em câmara climatizada B.O.D. em uma temperatura de 27°C e fotoperíodo de 12 horas, por um período de 7 dias.

4.4. Extração dos óleos essenciais

Os óleos essenciais utilizados na pesquisa foram extraídos pelo método de hidro destilação, utilizando o aparelho de *Clevenger* modificado (Castro *et al.*, 2006) e, após sua extração, o sobrenadante foi coletado com o auxílio de micropipeta e armazenado em frasco âmbar até a sua utilização. As plantas para a obtenção do óleo essencial foram de cravo e de canela, adquiridas no comércio local.

Foram utilizados aproximadamente 60g das cascas da canela e 60g do botão floral do cravo, colocadas em balão volumétrico, separadamente, acrescido de 700mL de água destilada, e essa

mistura foi aquecida em manta térmica por 4 horas. Foi necessário realizar este processo mais de uma vez, para obter a quantidade de óleo necessária para a realização da pesquisa.

O sobrenadante foi coletado com auxílio de uma micropipeta e depositado em frasco âmbar estéril e, posteriormente foi identificado e armazenado a temperatura inferior a 0°C e ao abrigo de luz.

Para a utilização dos óleos essenciais foi necessário realizar a sua solubilização, para isso realizou-se a preparação de uma solução estoque, feita com 99mL de água destilada e 1mL de *Tween 80®* a 1% (v/v) que foi esterilizada em autoclave a 120°C por 15 minutos (Guilherme *et al.*, 2020).

A Figura 2 mostra a extração do óleo essencial de cravo e canela pelo método de Clevenger, também conhecido como método de arraste a vapor. Os óleos essenciais extraídos obtiveram um rendimento de 10 mL.

Figura 2. Extração de óleo essencial, de cravo e canela, pelo método de Clevenger. Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, 2024.



Fonte: Autoras, 2024.

4.4.1. Concentrações do óleo essencial

A Tabela 1 mostra as concentrações do OE (0,25; 0,50; 0,75 e 1,0%) de cravo e de canela que foram testados na pesquisa. Para a obtenção de melhores resultados os tratamentos foram realizados em triplicata.

Tabela 1. Diferentes tratamentos utilizando óleo essencial de cravo e canela para a banana Prata-Anã. Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, 2024.

Tratamentos	Soluções	
	% OE de canela	% OE de cravo
T1	0,0	0,0
T2	0,25	0,25
T3	0,50	0,50
T4	0,75	0,75
T5	1,00	1,00

*OE – óleo essencial

Fonte: autoras, 2024.

4.5 MÉTODO *in vitro*

4.5.1 Determinação da atividade antifúngica dos óleos essenciais

As análises para este teste seguiram o método recomendado pelo *Clinical Laboratory Standard Institute* (CLSI) e as proposições da *Food and Drug Administration* (FDA) (DME, 2019).

A atividade antifúngica dos óleos essenciais foi determinada através do desenvolvimento micelial do fungo em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) acrescido dos óleos essenciais em diferentes concentrações. Para esse fim, discos com diâmetro de 5mm foram depositados em meio BDA, embebidos dos OEs de cravo e canela nas concentrações de 0,0%; 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1,0% (Tabela 1).

Em seguida, as placas foram vedadas com filme plástico PVC, identificadas e incubadas à temperatura de $\pm 27^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. Esta análise foi realizada em triplicata.

4.5.2. Leitura das placas

O efeito dos óleos essenciais de cravo e canela sobre o crescimento micelial do fitopatógeno foi realizado com quatro medições, com média de duas medidas diametralmente opostas do diâmetro das colônias, utilizando-se um paquímetro digital a cada 24 horas até a testemunha atingir totalmente a placa, conforme metodologia proposta por Bettiol *et al.* (2012) para posterior interpretação dos resultados.

As medidas obtidas foram utilizadas para a determinação da percentagem de inibição do crescimento micelial (IC%) *in vitro*, por meio da Equação 1:

$$\text{IC\%} = \frac{D_c - D_t}{D_c} \times 100$$

Eq. 1

Onde:

IC: Inibição do crescimento (%);

D_c: Diâmetro da colônia de tratamento controle (mm);

D_t: Diâmetro da colônia nos tratamentos com óleos essenciais (mm);

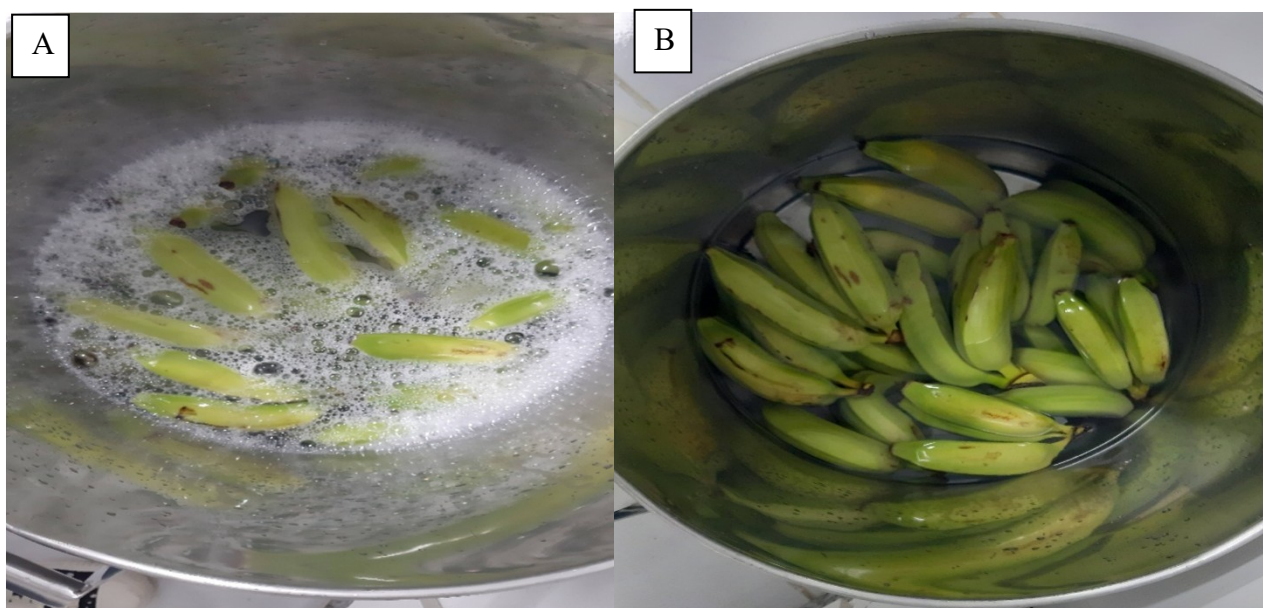
4.6. MÉTODO *in vivo*

4.6.1. Métodos de aplicação do fungo no fruto

Foi realizada a despenca do cacho para a obtenção dos buquês, com três dedos e posterior lavagem em água corrente, para retirada de sujidades maiores.

Primeiramente, foi realizada a imersão dos frutos em água potável adicionada de 2,0 mL.L⁻¹ de detergente neutro para a retirada do látex. Em seguida, os frutos foram imergidos em solução com hipoclorito de sódio com 150 a 200 ppm ou (mg L⁻¹) por 15 minutos (Figura 3). Os frutos foram, então, colocados sobre a mesa de aço inoxidável, previamente sanitizada com álcool 70%, para o escoamento de todo resíduo da solução.

Figura 3. Imersão dos buquês de banana em água potável com detergente neutro (A) e posterior sanitização com hipoclorito de sódio (B).



Fonte: autoras, 2024.

Após o processo de sanitização dos frutos, os mesmos foram acondicionados em caixas também sanitizadas, cobertos, e transportados para o laboratório de microbiologia do *Campus*.

Os frutos da banana, com casca, foram inoculados com o fitopatógeno *C. musae*, causador da antracnose, para assegurar que estivessem contaminados pelo fungo. Para a realização da inoculação, foram retirados, das placas com crescimento do fungo, três discos de micélio de aproximadamente 0,4 cm, e estes foram inoculados diretamente em cada dedo do buquê, no sentido ápice/base (Sousa; Serra; Melo, 2012).

Os buquês inoculados foram colocados em bandejas, onde foram adicionados quatro chumaços de algodão umedecidos em água estéril, com a finalidade de manter a umidade e facilitar o crescimento do fungo, e posteriormente cobertos com filme PVC por um período de 24 horas (Figura 4).

Figura 4. Amostras cobertas com filme PVC contendo chumaços de algodão para inoculação do *C. Musae*. Instituto Federal Baiano, *Campus* Guanambi, 2024.



Fonte: autoras, 2024.

Transcorrido o período de 24 horas, os frutos foram borrifados com 300 mL das diferentes soluções de tratamentos descritos na Tabela 1, deixados para escoar o excesso da solução e os buquês foram novamente colocados nas bandejas plásticas (Figura 5) e deixados secar na temperatura ambiente, semelhante à condição de exposição para a venda, pelo período de 10 dias.

Figura 5. Aplicação de óleo essencial, de cravo e canela (A) e sua secagem (B). Instituto Federal Baiano, *Campus* Guanambi, 2024.



Transcorrido o período de 10 dias do início da pesquisa, a cada dois dias foi realizada a

verificação da incidência de doença. A porcentagem de incidência da doença nos frutos foi calculada utilizando-se a fórmula descrita por Negreiros (2013) conforme Equação 2:

$$(NFL/NTF) \times 100$$

Eq.2

Onde:

NFL: número de frutos com lesões;

NTF: número total de frutos.

4.7.1. Tamanho das lesões

A avaliação do tamanho das lesões foi realizada a cada dois dias com o auxílio de um paquímetro digital e os cálculos foram realizados utilizando a fórmula (Coelho, 2010):

$$TL = (C \times L) / 2$$

Onde:

TL: tamanho da lesão (mm²);

C: comprimento da lesão (mm);

L: largura da lesão (mm).

4.8. Análises físico-químicas durante a vida útil do produto

Todas as análises físico-químicas foram realizadas a cada dois dias durante o período de armazenamento dos frutos, em triplicata, onde foram coletadas amostras de cada dedo do buquê. Foram feitas no dia 0 logo após a aplicação dos tratamentos e nos dias 2, 4, 6, 8 e 10 quando os frutos não se encontravam mais viáveis para prosseguimento da pesquisa, decorrido do avanço do amadurecimento.

4.8.1. Perda de massa

A cada dois dias, durante 10 dias, foi realizada a pesagem dos frutos em balança semianalítica. Os resultados foram expressos em porcentagem de perda de massa utilizando a Equação 4:

$$\text{Perda de massa (\%)} = (MI - MF / MI) \times 100$$

Onde:

MI = massa inicial dos frutos;

MF = massa final dos frutos.

4.8.2. Maturação dos frutos

A maturação dos frutos foi avaliada pela escala de Maturação de Von Loesecke, onde determina-se a subclasse da fruta sendo lhes atribuído o número 1) para frutos totalmente verdes, 2) verde com traços amarelos, 3) mais verde do que amarelo, 4) mais amarelo do que verde, 5) amarelo com ponta verde, 6) amarelo e 7) amarelo com pontas marrons, sendo permitida a presença de 5% de unidades de apresentação fora da subclasse, desde que pertencentes a subclasses superiores ou inferiores (PBMH; PIF, 2006).

4.8.3. Análise de pH

A análise de pH foi realizada seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, para isso, foram pesadas 10g de amostra e diluídas com 100mL de água destilada, foi realizada a agitação do conteúdo para a homogeneização e, posteriormente, foi imergido o eletrodo do pHmetro, devidamente calibrado, para a realização da leitura (IAL,2008).

4.8.4. Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz, onde foram pesadas 5g de amostra, que foi homogeneizada com 50mL de água destilada e, então, foi realizada titulação com NaOH 0,1N, utilizando uma solução de fenolftaleína a 1% como indicador. Os resultados de ácido málico foram expressos em porcentagem (AOAC, 2012).

4.8.5. Sólidos Solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado pelo método 920.151. AOAC (1997) por meio da leitura de refratômetro digital, devidamente calibrado, onde foram colocadas duas gotas da polpa de fruta extraída e homogeneizada com água destilada.

4.9. Delineamento experimental e análises estatística

O experimento foi conduzido seguindo um ensaio fatorial 2x5, sendo dois óleos essenciais (cravo e canela) e 5 concentrações (0,00; 0,25; 0,5; 0,75 e 1,00%), considerando o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três repetições, totalizando 30 unidades amostrais de banana.

Inicialmente, foi realizada a análise descritiva e exploratória dos dados obtidos na pesquisa (Morettin, Bussab, 2024; Bisquerra, Sarriera, Martinez,2004; Barbeta, Reis, Bornia, 2010). Para avaliar o comportamento dos resultados. Os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade foram verificados pelos testes de *Shapiro-Wilk* e *Bartlett*, respectivamente, ao nível de 5% de significância. A técnica estatística que foi utilizada dependeu dos resultados obtidos nos testes supracitados.

A interação entre os fatores foi avaliada através da tabela da Análise de Variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância. Se a hipótese de independência entre os fatores (H0) for rejeitada, então os fatores não poderão ser estudados separadamente e deve-se fazer o desdobramento da interação.

Neste caso, o fator óleo essencial é qualitativo, então foi realizado um teste de comparação entre médias para comparar os níveis do fator composto em cada nível do fator óleo essencial, ao nível de 5% de significância. Para o fator concentração, que é quantitativo, foi realizado um estudo de regressão para cada óleo essencial.

Salienta-se que, para o fator óleo essencial, foi utilizado o teste de *Tukey*, quando os pressupostos da ANOVA foram validados, e o teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de significância quando os pressupostos não foram validados. As análises foram realizadas no software R, versão 4.4.0 (Frery; Cribari-Neto, 2011).

ANÁLISE DESCRITIVA E EXPLORATÓRIA DE DADOS

4.9.1. Crescimento micelial

A Tabela 2 mostra as medidas descritivas do crescimento micelial do fungo em placas. Nas placas tratadas com 0,00% de óleo essencial, não houve qualquer porcentagem de inibição sobre os fungos causadores de antracnose, não havendo formação de halos. Depois de 24 horas de experimento o *C. Musae* havia crescido por toda a placa pelo crescimento micelial.

Tabela 2. Medidas descritivas da inibição do crescimento micelial em placas, considerando o óleo essencial e as cinco de concentrações de óleo, do dia 0 até o dia 10. Guanambi – BA.

Óleo essencial (OE)	Medidas descritivas	Concentração do óleo essencial (%)				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	11,08	53,20	68,01	89,39
	1º quartil	0	11,62	53,58	68,40	89,82
	Mediana	0	12,16	53,95	68,79	90,25
	Média	0	12,16	53,95	68,79	90,25
	3º quartil	0	12,70	54,33	69,18	90,68
	Máximo	0	13,24	54,71	69,57	91,11
	Desvio Padrão	0,00	1,53	1,07	1,10	1,22
	CV (%)	NaN	12,56	1,98	1,60	1,35
Canela	Mínimo	0	2,08	3,90	60,82	80,32
	1º quartil	0	2,25	24,38	61,98	81,29
	Mediana	0	2,42	24,86	63,13	82,27
	Média	0	2,42	24,86	63,13	82,27
	3º quartil	0	2,59	25,33	64,29	83,24
	Máximo	0	2,76	25,81	65,45	84,21
	Desvio Padrão	0,00	0,48	1,35	3,27	2,75
	CV (%)	NaN	19,87	5,43	5,19	3,34

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação; NaN= valor indefinido.

Para o tratamento T2, com 0,25% de OE de cravo, foi obtida uma média de inibição de 12,16%, enquanto o tratamento com OE de canela esta porcentagem foi de 2,42%, mostrando uma maior eficiência inibitória do OE de cravo sobre o fungo.

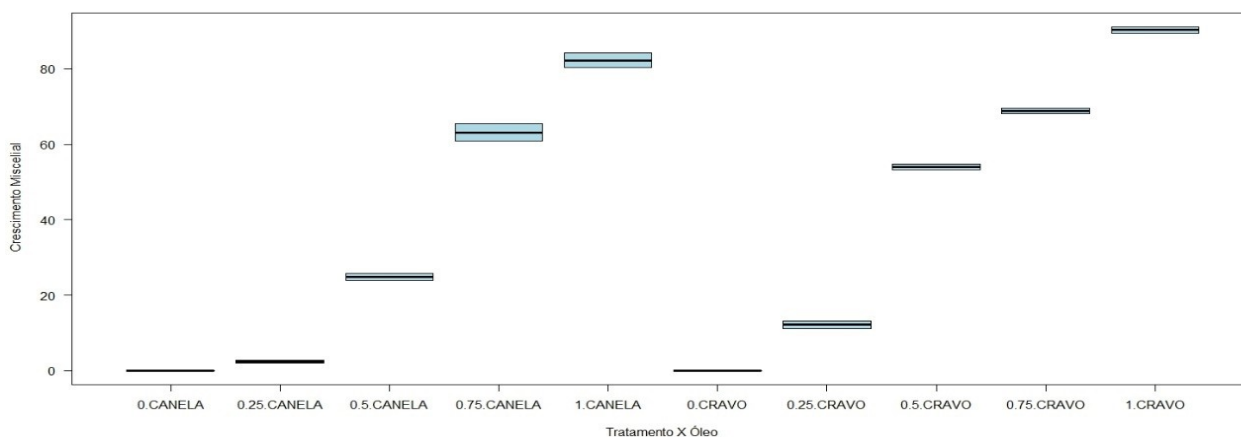
No tratamento T3, com o uso de 0,50% de OE de canela, 25% da inibição foi de 24,38% e 75% tiveram 25,81%. Os resultados para o OE de cravo, 25% das placas obtiveram uma inibição de 53,58% e os 75% restantes uma porcentagem de 54,33%. Os resultados mostram que o OE de cravo obteve melhores resultados, para controle do crescimento do fungo, consequentemente sob a formação de halos.

Para o tratamento T4, com 0,75% de OE de cravo, foi observado uma mediana de 68,79%, enquanto nesta mesma concentração de OE de canela, este valor foi de 63,13%, mostrando que os discos contidos com 0,75% de OE de cravo tiveram maiores medidas de halos, representando uma maior inibição sobre os fungos.

Para o tratamento T5, com 1,00 % de OE, foram os mais eficientes dentre cada tratamento com OE de cravo e de canela, apesar das placas com OE de cravo obtiveram uma média de inibição de 90,25%, enquanto o OE de canela obteve uma média de 82,27%.

A Figura 6 mostra o Boxplot da inibição do crescimento micelial, considerando os dois óleos essenciais (canela e cravo) e cinco concentrações de óleo.

Figura 6. Boxplot da inibição do crescimento micelial, considerando os dois óleos essenciais (canela e cravo) e as cinco concentrações de óleo (0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00).



Fonte: autoras,2024.

De acordo com a Figura 6, é observado que os tratamentos testemunhas, com 0,00% de OE de cravo assim como o de canela, não tiveram nenhuma inibição no crescimento micelial do fungo, não havendo formação de halos.

Nos discos acrescidos com 1,0% de OE de cravo, houve os maiores níveis de inibição do fungo, seguido pela mesma concentração de OE de canela.

A Tabela 3 mostra o *P-valores* dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando o crescimento micelial nos fungos.

Tabela 3. *P-valores* dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando o crescimento micelial nos fungos.

	Dia 1
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,916 ^{ns}
<i>Bartlett</i>	2,2e ^{-16*}

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0.01, houve significância no teste (rejeita-se H₀). Teste de *Shapiro-Wilk*: H₀ = dados seguem distribuição normal; Teste de *Bartlett*: H₀ = as variâncias dos tratamentos são iguais; ns = não significativo, ao nível de 1%.

Ao nível de 1% de significância, os dados seguem distribuição normal, mas as variâncias dos tratamentos não são iguais. Assim, os resultados da análise de variância não podem ser validados, sendo necessário avaliar a ANOVA por *rank*.

A Tabela 4 apresenta os resultados do desdobramento da interação entre os fatores “óleo essencial” e “concentração”. O teste F para a interação foi significativo ao nível de 5%. Portanto, os fatores “óleo essencial” e “concentração” não atuam independentes. Assim, é necessário realizar o desdobramento da interação, avaliando os óleos essenciais (fator 1) dentro de cada concentração (fator 2) e a concentração para cada tipo de OE.

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos inibição do crescimento micelial, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2X5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	<i>p</i>-valor
	Óleo	1	12,8	12,8	32	0,000*
	Concentração	4	640,0	160,0	400	0,000*
	Óleo x Concentração	4	3,2	0,8	2	0,171 ^{ns}
	Resíduos	10	4,0	0,4		
	Total	19	660,0			

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ^{ns}: não significativo, ao nível de 5% de significância.

Para avaliar os tipos de óleo dentro de cada concentração, foi utilizado o teste de médias por *rank*, ao nível de 5% de significância. Para as concentrações dos OE para cada tipo de óleo foi determinado o melhor modelo de regressão.

Tabela 5. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial.

		gl	SQ	QM	F	<i>p</i>-valor	R²
	Linear	1	640	640	1600	0	1
	Quadrático	1	0	0	0	1	1
	Cúbico	1	0	0	0	1	1

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

Tabela 6. Médias do rank para o crescimento micelial do fungo em placas de Petri considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).

Óleo Essencial	
Canela	Cravo
9,7 ^b	11,3 ^a

Fonte: autoras, 2024.

Médias que compartilham letras diferentes mostram que existe diferença entre si, logo, houve diferença estatística entre os óleos essenciais, sendo os tratamentos com OE cravo os mais efetivos para controlar o crescimento micelial do fungo *C. Musae* no método *in vitro*.

4.9.2. Incidência da doença

Para validação dos resultados da Análise de Variância, é necessário avaliar os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade através dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Bartlett*, respectivamente. Portanto, a Tabela 7 apresenta os *p-valores* dos testes de *Shapiro-Wilk* (normalidade) e *Bartlett* (homoscedasticidade), considerando a variável incidência da doença. A verificação desses testes é importante para garantir que os resultados da ANOVA sejam validados.

Tabela 7. *P*-valores dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando a incidência da doença nos frutos.

	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
<i>Shapiro-Wilk</i>	-	-	6,204 ^{e-05*}	0,0187 ^{ns}	0,0465 ^{ns}	0,0643 ^{ns}
<i>Bartlett</i>	-	-	< 2,2 ^{e-16*}	0,992 ^{ns}	0,5778 ^{ns}	0,7951 ^{ns}

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0.01, houve significância no teste (rejeita-se H_0). Teste de Shapiro-Wilk: H_0 = dados seguem distribuição normal; Teste de Bartlett: H_0 = as variâncias dos tratamentos são iguais.

Para os dias 0 e 2 não foi possível realizar os testes de normalidade e de homoscedasticidade, uma vez que não há variabilidade nos dados, conforme apresentado nas Tabelas A.1 e A.2 (Apêndice A).

Para o dia 4, ao nível de 1% de significância, os dados não seguem distribuição normal e as variâncias dos tratamentos não são iguais. Assim, os resultados da análise de variância não podem ser validados, sendo necessário avaliar a ANOVA por *rank*, como mostrado na Tabela 8.

Tabela 8. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos (ranks) da incidência da doença médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Dia 4	Óleo	1	80,03	80,03	1,60	0,221 ^{ns}
	Concentração	4	360,25	90,06	1,80	0,169 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	153,38	38,35	0,77	0,560 ^{ns}
	Resíduos	20	1001,33	50,07		
	Total	29	1595,00	55		

Fonte: autoras, 2024.

* p -valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

Para o dia 4, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto, os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância. Como apresentado na Tabela 8, para os dias supracitados, não existiram diferenças entre as médias de incidência da doença do fruto para os efeitos principais, óleo essencial e concentração.

Avaliando os resultados da Tabela 7, para os dias 6, 8 e 10, verifica-se que os dados são distribuídos normalmente (teste de *Shapiro-Wilk*) e as variâncias são homoscedásticas (teste de *Bartlett*), ao nível de 1% de significância. Portanto, os resultados da ANOVA (Tabela 9) estão validados.

Tabela 9. Análise de variância (ANOVA) para avaliar a incidência da doença médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	p -valor
Dia 6	Óleo	1	134,6532	134,65	0,44	0,517 ^{ns}
	Concentração	4	1915,88	478,97	1,55	0,230 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	2134,84	533,71	1,73	0,187 ^{ns}
	Resíduos	18	5554,45	308,58	-	-
	Total	27	9739,82			
Dia 8	Óleo	1	740,73	740,73	0,94	0,348 ^{ns}
	Concentração	4	11093,89	2773,47	3,51	0,033*
	Óleo x Concentração	4	2684,42	671,11	0,85	0,516 ^{ns}
	Resíduos	15	11852,26	790,15	-	-
	Total	24	26371,3			
Dia 10	Óleo	1	266,59	266,59	0,83	0,377 ^{ns}
	Concentração	4	9803,03	2450,76	7,63	0,002*
	Óleo x Concentração	4	1920,93	480,23	1,50	0,253 ^{ns}
	Resíduos	15	4815,96	321,06	-	-
	Total	24	16806,51			

Fonte: autoras, 2024.

* p -valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

Para os dias 6, 8 e 10, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto, os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância.

Como apresentado na Tabela 9, para o dia 6, não houve diferença entre as médias da incidência da doença no fruto, nem para o efeito principal do óleo essencial (p -valor = 0,517), nem para o efeito principal da concentração do óleo (p -valor = 0,230).

Já para os dias 8 e 10, os efeitos principais da concentração do óleo essencial foram significativos (p -valor < 0,05), dessa forma, é necessário determinar o modelo de regressão.

Tabela 10. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração.

Dia		gl	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor	R ²
Dia 8	Linear	1	881,70	881,70	1,12	0,308 ^{ns}	0,081
	Quadrático	1	2.198,53	2.198,53	2,78	0,116 ^{ns}	0,283
	Cúbico	1	3.043,74	3.043,74	3,85	0,069 ^{ns}	0,562
Dia 10	Linear	1	234,59	234,59	0,73	0,406 ^{ns}	0,024
	Quadrático	1	4.603,77	4.603,77	14,34	0,002*	0,503
	Cúbico	1	2.471,57	2.471,57	7,7	0,014*	0,538

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

¹ Eq 1: $\hat{Y}_i = 75,633 - 11,335 X_i - 190,57 X_i^2 + 207,47 X_i^3$

Apesar de no dia 8 o fator concentração ser significativo ao nível de 5% de significância, não foi encontrado um modelo de regressão que se adequasse a esse dia.

4.9.3. Tamanho da lesão

A Figura 7 apresenta a trajetória do tamanho da lesão dos frutos no período de 0 a 10 dias considerando as diferentes concentrações de óleos (T1 =0,00; T2 = 0,25; T3=0,50; T4=0,75; 1,00) essenciais de cravo e canela.

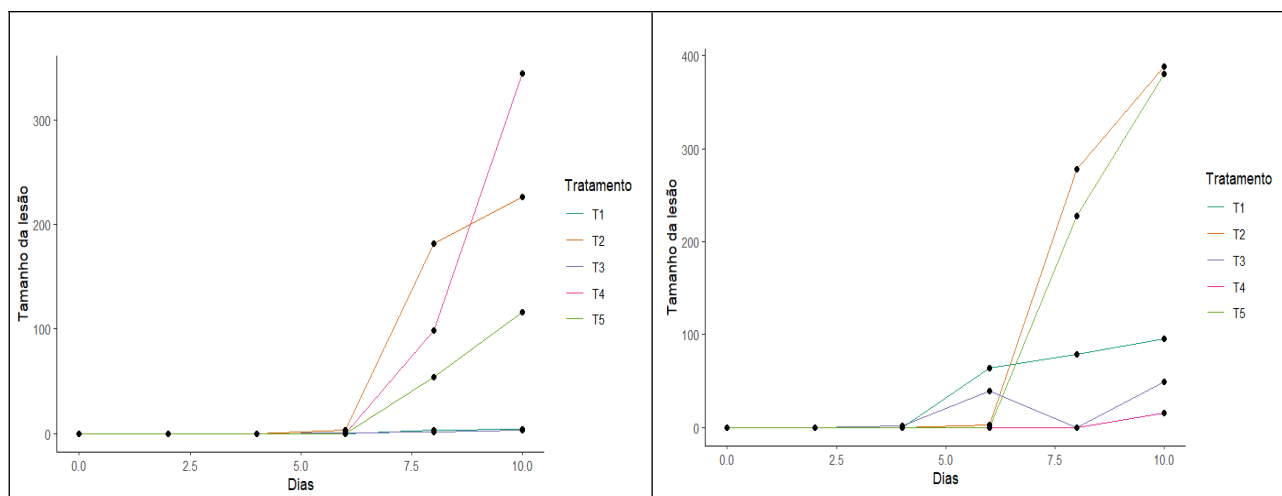


Figura 7. Comportamento longitudinal do tamanho da lesão do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita), respectivamente.

Fonte: autoras, 2024.

Na concentração de 0,00%, à esquerda, se observa que este tratamento não obteve lesões até o dia 6 e quando apresentou áreas lesionadas, estas foram menores que quando utilizando as demais concentrações. Para as amostras testemunhas da imagem a direita verificamos que não houve incidência de lesões até o dia 4, mais após este dia houve um aumento gradativo de áreas lesionadas. O tratamento com 0,25% de óleo de cravo começou a apresentar lesões desde o quarto dia de pesquisa, havendo uma maior área de lesões a cada dia que as frutas foram analisadas. Para este tratamento com OE de canela, percebe-se que ocorreu o mesmo, sendo este o que obteve maiores depressões causadas pela antracnose.

Para a concentração de 0,50% verificou-se que o OE de cravo foi o melhor tratamento, alcançando os menores resultados de lesões sobre as bananas, tratando-se do óleo de canela é possível verificar que este tratamento tem uma elevação a partir do 6º dia, mas volta a cair devido a perda de amostras. O tratamento com 0,75% obteve os piores valores de lesões quando se trata do OE de cravo, apresentando uma elevação destas áreas deprimidas a partir do 6º dia,

sem quedas e constante elevação dos valores. Quando utilizando o óleo de canela este foi o tratamento mais eficaz, obtendo os menores tamanhos de lesão até o final do experimento. O tratamento com 1,00% de OE de cravo começou a obter pequenos valores de lesões desde o dia 4, havendo um salto nesses resultados do dia 6 ao dia 8 e que manteve a sua ascensão até o dia 10. Para o óleo essencial de canela esta concentração foi menos efetiva, sendo que a partir do dia 6 houve um progresso de áreas com lesões muito grande.

Para o óleo essencial de cravo, imagem da esquerda, até o dia 4 não houve sinais de lesões causadas pela antracnose nos frutos, mas a partir desse dia os valores foram aumentando sendo os tratamentos T3 (0,50%) e T1 (0,00%) os mais eficazes tratando-se deste óleo. O tratamento menos efetivo foi a concentração T4(0,75%), segundo o gráfico acima.

Tratando-se do óleo essencial de canela, a partir do dia 4 já havia sinais de lesões causadas pelo funcho *C. musae*, que foram aumentando com o passar dos dias, sendo que o tratamento mais efetivo contra o fator lesão foi o T4(0,75%) e o menos eficaz foram os tratamentos T2 (0,25%) e testemunha respectivamente.

Para validação dos resultados da Análise de Variância, é necessário avaliar os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade através dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Bartlett*, respectivamente. Portanto, a Tabela 11 apresenta os *p*-valores dos testes considerando a variável tamanho da lesão.

Tabela 11. *P*-valores dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando o tamanho da lesão nos frutos.

	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
<i>Shapiro-Wilk</i>	-	-	1,2601 ^{e-09*}	8,5396 ^{e-07*}	0,04121 ^{ns}	0,0747 ^{ns}
<i>Bartlett</i>	-	-	< 2,2 ^{e-16*}	< 2,2 ^{e-16*}	9,325 ^{e-07*}	0,0113 ^{ns}

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0.01, houve significância no teste (rejeita-se H_0). Teste de Shapiro-Wilk: H_0 = dados seguem distribuição normal; Teste de Bartlett: H_0 = as variâncias dos tratamentos são iguais.

Nos dias 0 e 2 não foi possível calcular os testes de normalidade e homoscedasticidade, bem como o teste da ANOVA, considerando o tamanho da lesão, pois não houve observações de lesão nestes dias, consequentemente não existindo variabilidade, como mostram as Tabelas B.1 e B.2 (Apêndice B).

Verifica-se, ao nível de 1% de significância, que os dados dos dias 4, 6 e 8 não são distribuídos normalmente (teste de *Shapiro-Wilk*) mas as variâncias são homoscedásticas (teste de *Bartlett*), sendo necessário avaliar a ANOVA por *rank* (Tabela 11).

Para os dias 4, 6 e 8, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância. Como apresentado na Tabela 12, para os dias supracitados, não existiram diferenças entre as médias de

tamanho da lesão nos frutos, considerando os efeitos principais (tipos de óleo e concentração dos óleos).

Para o dia 10, ao nível de 1% de significância, os dados são distribuídos normalmente (teste de *Shapiro-Wilk*) e as variâncias são homoscedásticas (teste de *Bartlett*). Portanto, os resultados da ANOVA (Tabela 12) estão validados.

Tabela 12. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos (ranks) do tamanho médio da lesão, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 4	Óleo	1	61,63	61,63	1,08	0,311 ^{ns}
	Concentração	4	311,33	77,83	1,37	0,281 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	154,53	38,63	0,68	0,615 ^{ns}
	Resíduos	20	1140,00	57,00		
	Total	29	1667,50			
Dia 6	Óleo	1	5,63	5,63	0,08	0,782 ^{ns}
	Concentração	4	80,42	20,10	0,28	0,886 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	551,62	137,90	1,93	0,144 ^{ns}
	Resíduos	20	1426,33	71,32		
	Total	29	2064			
Dia 8	Óleo	1	10,80	10,80	0,16	0,697 ^{ns}
	Concentração	4	327,75	81,94	1,18	0,349 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	508,78	127,20	1,83	0,162 ^{ns}
	Resíduos	20	1388,17	69,41		
	Total	29	2235,50			

Fonte: autoras, 2024.

* $p\text{-valor} < 0.05$, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

No dia 10, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5%, logo os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes dentro de cada fator. Como apresentado na tabela acima, para o dia 10 não existiram diferenças entre as médias de tamanho da lesão nos frutos, considerando os efeitos principais (tipos de óleo e concentração dos óleos).

Tabela 13. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o tamanho médio da lesão, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 10	Óleo	1	13285,79	13285,79	0,20	0,663 ^{ns}
	Concentração	4	271873,01	67968,25	1,01	0,432 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	284097,71	71024,43	1,06	0,411 ^{ns}
	Resíduos	15	1007046,68	67136,45		
	Total	24	1576303,19			

Fonte: autoras, 2024.

* $p\text{-valor} < 0.05$, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

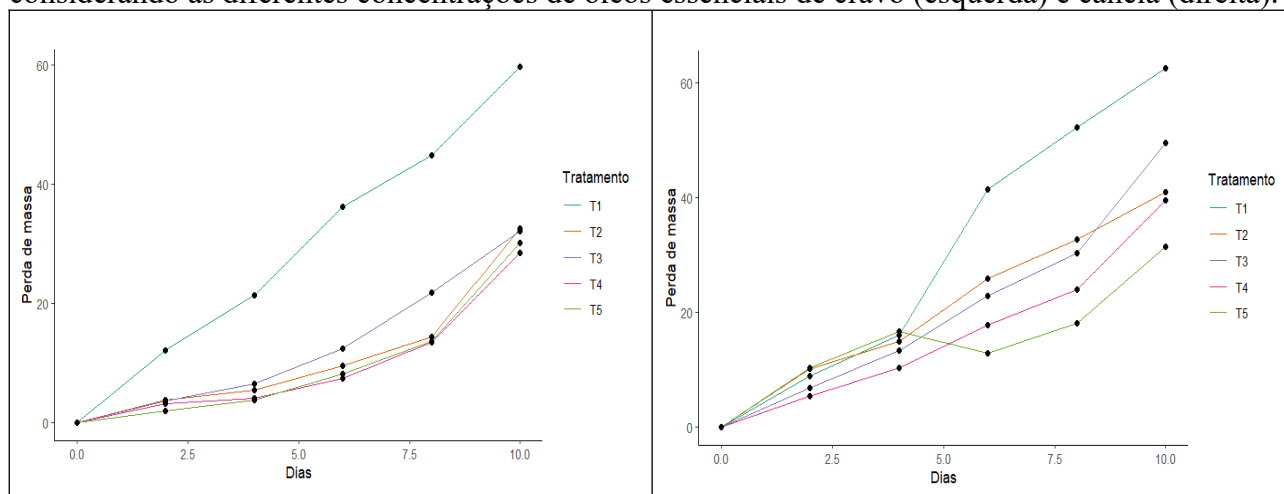
4.9.4. Perda de massa

A Figura 10 apresenta a trajetória da perda média de massa do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando os óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita) para as diferentes concentrações de óleos essenciais (T1 = 0,00; T2 = 0,25; T3 = 0,50; T4 = 0,75; T5 = 1,00).

Em relação ao óleo essencial de cravo, na figura 10 a esquerda, verificou-se que para os tratamentos 0,25%, 0,50%, 0,75% e 1,00%, a perda de massa ao longo dos dias foi praticamente a mesma, sendo assim o uso das diferentes concentrações não teve influência sobre esse fator. Entretanto o tratamento 0,00% (testemunha), obteve maiores perdas de massa ao longo dos dias, o que pode significar que o óleo essencial teve a capacidade de influenciar de forma positiva sobre este parâmetro, fazendo que a queda ocorresse de forma gradativa.

Já avaliando o OE de canela, foi possível notar que no segundo e quarto dia após a aplicação dos tratamentos, as médias permaneciam iguais, mas a partir do dia 6 o tratamento testemunha obteve valores maiores de perda de massa, enquanto o tratamento com 1,00% de óleo obteve quedas nos níveis de perda de massa.

Figura 8. Comportamento longitudinal da perda média de massa do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita).



Fonte: autoras, 2024.

Considerando o tratamento controle com 0,00%, para o óleo de cravo houve um aumento gradativo da perda de massa dos frutos com o passar dos dias. Já para o OE de canela, o tratamento controle teve a mesma efetividade que os demais até o dia 06, após este dia os valores da perda de massa aumentaram ao longo dos dias. No tratamento com 0,25% de OE de cravo a perda de massa aconteceu de forma lenta alcançando seu maior pico no dia 08 para o dia 10. Com o OE de canela este tratamento foi o que obteve o segundo nível de perda mais alto até o dia 8, posterior a esse dia foi ultrapassado pelo tratamento T3(0,50%). Tratando-se da concentração de 0,50% de OE de cravo foi obtida a segunda maior perda de massa, já com OE de canela se manteve adequado tendo uma elevação do dia 8 para o dia 10. O tratamento com 0,75% tanto para o OE de cravo quanto para canela, foi o segundo melhor tratamento, mantendo os níveis de perda de massa abaixo dos demais. Nas concentrações com 1,00% ambos os tratamentos obtiveram melhores resultados nos frutos reduzindo os níveis de perda.

Para avaliar os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade, foram utilizados os testes de *Shapiro-Wilk* e de *Bartlett*, respectivamente, e *p*-valores dos testes considerando a perda de massa do fruto são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. *P*-valores dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando a perda de massa dos frutos.

	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
Shapiro-Wilk	-	0,5999 ^{ns}	0,0319 ^{ns}	0,2071 ^{ns}	0,1083 ^{ns}	0,0000*
Bartlett	-	0,1567 ^{ns}	0,1345 ^{ns}	0,2920 ^{ns}	0,1999 ^{ns}	0,0023*

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0.01, houve significância no teste (rejeita-se H_0). Teste de *Shapiro-Wilk*: H_0 = dados seguem distribuição normal; Teste de *Bartlett*: H_0 = as variâncias dos tratamentos são iguais.

Não foi possível realizar os testes de normalidade e homoscedasticidade, bem como o teste da ANOVA, considerando a perda de massa para o dia 0. Isso é justificado pela falta de variabilidade, como mostrado na Tabela C.1 (Apêndice C).

Considerando os resultados acima, é possível verificar que, para os dias 2, 4, 6 e 8, os dados seguem distribuição normal e as variâncias dos tratamentos são iguais (Tabela 14). Portanto, é possível realizar a análise de variância (ANOVA) e, se necessário, o teste de comparação de médias, ao nível de 5% de significância. A Tabela 15 apresenta os resultados da ANOVA para os dias 2, 4, 6 e 8.

Para o dia 2, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto, os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância (Tabela 15).

Tabela 15. Análise de variância (ANOVA) para avaliar perda média da massa, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	<i>p</i>-valor
Dia 2	Óleo	1	86,63	86,63	6,97	0,016*
	Concentração	4	138,75	34,69	2,79	0,054 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	117,17	29,29	2,36	0,088 ^{ns}
	Resíduos	20	248,70	12,44		
	Total	29	591,25	20,39		
Dia 4	Óleo	1	269,70	269,70	11,45	0,003*
	Concentração	4	460,47	115,12	4,89	0,007*
	Óleo x Concentração	4	282,65	70,66	3,00	0,043*
	Resíduos	20	471,18	23,56		
	Total	29	1484,00	51,17		
Dia 6	Óleo	1	608,32	608,32	95,34	<0,001*
	Concentração	4	2944,01	736,00	115,35	<0,001*
	Óleo x Concentração	4	128,54	32,14	5,04	0,007*
	Resíduos	18	114,85	6,38	-	-
	Total	27				
Dia 8	Óleo	1	579,97	579,97	62,03	<0,001*
	Concentração	4	3280,87	820,22	87,73	<0,001*
	Óleo x Concentração	4	131,44	32,86	3,51	0,033*
	Resíduos	15	140,24	9,35	-	-
	Total	24				

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ^{ns}: não significativo, ao nível de 5% de significância.

Como apresentado na Tabela 15, para o dia 2 houve diferença entre as médias da perda de massa do fruto apenas para os efeitos principais dos óleos essenciais (p -valor = 0,016). A perda de massa média do fruto, considerando o óleo de canela, foi 8,30% e para o óleo de cravo foi 4,90%. Isso significa que o OE de cravo no dia 2, conseguir segurar a porcentagem de perda de massa, quando comparado com o tratamento utilizando o OE de canela.

Tabela 16. Médias da perda de massa, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Dia	Óleo essencial ¹	Concentração ²					Média OE	Eq. Regressão	R ²
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00			
Dia 4	Canela	16,08 ^a	14,86 ^a	13,37 ^a	10,28 ^a	16,65 ^a	14,248	Figura 11	0,9398
	Cravo	21,43 ^a	5,47 ^b	6,47 ^a	4,11 ^a	3,77 ^b	8,25		0,4537
	Média C	18,755	10,165	9,92	7,195	10,21			
Dia 6	Canela	41,47 ^a	25,94 ^a	22,89 ^a	17,80 ^a	12,84 ^a	24,188	Figura 12	0,9916
	Cravo	36,18 ^b	9,58 ^b	12,34 ^b	7,37 ^b	8,24 ^a	14,742		0,9377
	Média C	38,825	17,76	17,615	12,585	10,54			
Dia 8	Canela	52,19 ^a	32,79 ^a	30,33 ^a	23,90 ^a	18,11 ^a	32,064	Figura 13	0,9861
	Cravo	44,89 ^b	14,39 ^b	21,79 ^a	13,51 ^b	13,57 ^a	21,63		0,8812
	Média C	48,54	23,59	26,06	18,705	15,84			

Fonte: autoras, 2024.

¹ Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não difere entre si, a 5% de significância pelo teste de Tukey.

² Gráficos apresentados nas Figuras 21, 22 e 23.

Considerando desdobramento da interação de concentração dos óleos, para o dia 4, foi possível verificar significância apenas para o OE de cravo. Como apresentado na Tabela 16, nas concentrações de 0,25% e 0,75% houve diferenças significativas, alcançando menores valores de médias, quando comparado com as mesmas concentrações do OE de canela, isso indica um menor nível de perda de massa nesses frutos.

Para o desdobramento no dia 6, observou-se uma diferença estatística ao nível de 5% de significância entre quase todos os tratamentos para os diferentes óleos e suas concentrações (0,00%, 0,25%, 0,50% e 0,75%), exceto na concentração de 1,00% onde não houve diferença para a perda de massa.

No dia 8, com base no desdobramento, houve uma diferença significativa entre os óleos essenciais nas concentrações de 0,00%, 0,25% e 0,75% onde foram obtidos menores valores de média de perda de massa para os tratamentos com óleo essencial de cravo, demonstrando sua maior eficácia.

Verificou-se ainda que, para o dia 10, os dados não seguem distribuição normal e as variâncias dos tratamentos não são homoscedásticas, ao nível de 1% de significância (Tabela 14). Logo, deve-se usar um método não paramétrico. Assim, os resultados da Tabela 17 apresentam a ANOVA dos postos da perda de massa do fruto para o dia 10.

Tabela 17. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos da perda da massa, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 10	Óleo	1	488,0333	488,0333	13,0027	0,0018*
	Concentração	4	914,7500	228,6875	6,0929	0,0022*
	Óleo x Concentração	4	93,5500	23,3875	0,6231	0,6514 ^{ns}
	Resíduos	20	750,6667	37,5333		
	Total					

Fonte: autoras, 2024.

* p -valor < 0.05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

O teste F para interação não foi significativo ao nível de 5% de significância, para o dia 10 (Tabela 17). Portanto, os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância. Logo, conforme os resultados apresentados na Tabela 17, houve diferença entre os postos da perda de massa do fruto para os efeitos principais dos óleos essenciais (p -valor = 0,018) e das concentrações (p -valor = 0,0022).

4.9.5. Maturação dos frutos

A Tabela 18 apresenta os p -valores dos testes de normalidade e homoscedasticidade considerando a variável maturação. É possível verificar que os dados não seguem distribuição normal, ao nível de 1% de significância.

Isso se justifica pela variável maturação ser uma variável qualitativa ordinal e os números representam uma escala ordinal, em que os valores de: 2 representam frutos verdes com traços amarelos, 3 mais verdes que amarelos, 4 mais amarelos que verde, 5 amarelos com ponta verde, 6 todo amarelo e 7 amarelos com áreas marrons, respectivamente.

Tabela 18. P -valores dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando a maturação dos frutos.

	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
<i>Shapiro-Wilk</i>	-	4,402 ^{e-11*}	2,226 ^{e-08*}	9,957 ^{e-06*}	0,0002*	3,94 ^{e-05*}
<i>Bartlett</i>	-	< 2,2 ^{e-16*}	0,0176 ^{ns}	0,0044*	0,1744 ^{ns}	< 2,2 ^{e-16*}

Fonte: Autoras, 2024.

* p -valor < 0.01, houve significância no teste (rejeita-se H_0). Teste de *Shapiro-Wilk*: H_0 = dados seguem distribuição normal; Teste de *Bartlett*: H_0 = as variâncias dos tratamentos são iguais.

No dia 0, todos os frutos possuíam o mesmo nível de maturação, como mostra a Tabela D.1 (Apêndice D), e isso impossibilitou a realização dos testes de normalidade e homoscedasticidade nesse dia, assim como ANOVA por não existir variância.

O fator maturação é um parâmetro ordinal, portanto, os resultados da ANOVA não podem ser considerados válidos. Assim, é necessário usar um método não paramétrico. Como não há na literatura uma equivalência do teste de *Kruskal-Wallis* para dois fatores, é necessário usar o

procedimento de Conover e Iman (1981) que substitui a observação da variável pelos seus postos (ranks) e realiza-se a ANOVA usual sobre eles. Assim, os resultados da Tabela 19 apresentam a ANOVA dos postos da maturação do fruto.

Para os dias 0, 2, 4, 6 e 8 o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância. Como apresentado na Tabela 20, apenas para o dia 8 existiram diferenças entre as médias de maturação do fruto para a concentração de óleo essencial, ao nível de 5% de significância.

Tabela 19. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos da variável maturação do fruto, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 0	Óleo	1	2,84 ^{e-29}	2,84 ^{e-29}	1	0,329 ^{ns}
	Concentração	4	1,14 ^{e-28}	0,29 ^{e-28}	1	0,431 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	1,14 ^{e-28}	0,29 ^{e-28}	1	0,431 ^{ns}
	Resíduos	20	5,68 ^{e-28}	0,28 ^{e-28}		
	Total	29	8,24 ^{e-28}			
Dia 2	Óleo	1	30	30	2,00	0,173 ^{ns}
	Concentração	4	45	11,25	0,75	0,570 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	45	11,25	0,75	0,570 ^{ns}
	Resíduos	20	300	15		
	Total	29	420			
Dia 4	Óleo	1	97,20	97,20	2,01	0,172 ^{ns}
	Concentração	4	94,75	23,69	0,49	0,744 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	299,05	74,76	1,44	0,228 ^{ns}
	Resíduos	20	968,50	48,43		
	Total	29	1459,50			
Dia 6	Óleo	1	36,30	36,30	0,72	0,405 ^{ns}
	Concentração	4	572,92	143,23	2,86	0,050 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	313,78	78,45	1,57	0,222 ^{ns}
	Resíduos	20	968,50	48,43		
	Total	29	1459,50			
Dia 8	Óleo	1	116,03	116,03	2,59	0,123 ^{ns}
	Concentração	4	756,33	189,08	4,23	0,012*
	Óleo x Concentração	4	303,80	75,95	1,70	0,190 ^{ns}
	Resíduos	20	894,83	44,74		
	Total	29	2070,99			
Dia 10	Óleo	1	381,63	381,63	9,63	0,006*
	Concentração	4	345,17	86,29	2,18	0,109 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	478,20	119,55	3,02	0,042*
	Resíduos	20	792,50	39,63		
	Total	29	1997,50			

Fonte: autoras, 2024.

* p-valor < 0.05, há diferença entre as médias.

Segundo a Tabela 20 o modelo de regressão para o fator maturação no dia 8 é o linear.

Tabela 20. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial.

Dia		gl	SQ	QM	F	p-valor	R ²
Dia 8	Linear	1	205,35	205,35	4,59	0,045*	0,272
	Quadrático	1	141,44	141,44	3,16	0,091 ^{ns}	0,459
	Cúbico	1	126,15	126,15	2,82	0,109 ^{ns}	0,625

Fonte: autoras, 2024.

*p-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

¹ Eq 1: $\hat{Y}_i = 19,2 - 7,40 X_i$

Tabela 21. Médias dos ranks da maturação do fruto, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Dia	Óleo essencial ¹	Concentração ²					Média OE	Eq. Regressão	R ²
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00			
Dia 10	Canela	21,00 ^a	21,33 ^a	15,83 ^a	18,50 ^a	18,67 ^a	19,07		
	Cravo	18,50 ^a	8,50 ^b	22,33 ^a	5,17 ^b	5,17 ^b	11,93	Eq. 1	0,353
	Média C	19,75	14,92	19,08	11,84	11,92			

Fonte: autoras, 2024.

¹ Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não difere entre si, a 5% de significância pelo teste de Tukey.

²Eq 1: $\hat{Y}_i = 2,82 + 4,60 X_i$

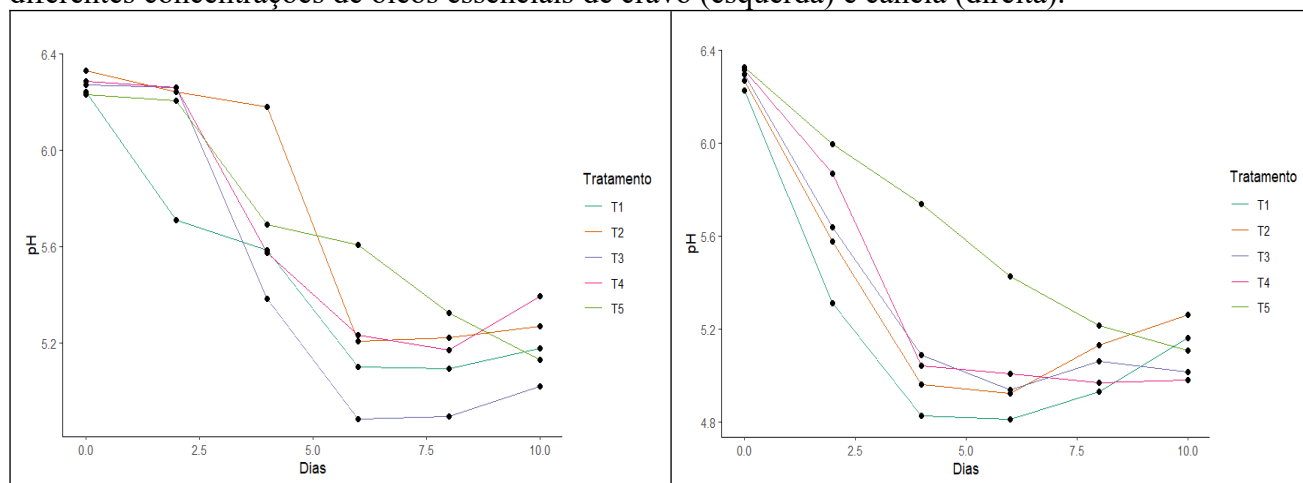
Para o dia 10, existiram diferenças entre as médias de maturação do fruto para os efeitos “óleo” e “óleo x concentração”, p-valores 0,006 e 0,042, respectivamente. A Tabela 21 apresenta os modelos de regressão da concentração para cada óleo essencial em relação a maturação dos frutos.

Considerando o desdobramento da interação de concentração dos óleos dentro de cada OE para o dia 10, foi possível verificar significância apenas para o OE de cravo. Como apresentado na Tabela 22, o modelo linear $\hat{Y}_i = 2,82 + 4,60 X_i$ foi o adequado (Tabela 21).

4.9.6. pH

A Figura 16 apresenta a trajetória do pH período de 0 a 10 dias considerando as diferentes concentrações de óleos (T1 =0,00%; T2 = 0,25%; T3=0,50%; T4=0,75%; 1,00%) essenciais de cravo e canela.

Figura 9. Comportamento longitudinal do pH do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita).



Fonte: autoras, 2024.

Na concentração de 0,00% na figura a esquerda teve uma queda de pH igual aos demais tratamentos, sendo que no dia 2 houve uma queda brusca de pH, mas que se estabilizou a partir de então. Na figura da direita nota-se que o pH do tratamento testemunha foi o que apresentou maior índice de queda, mas no dia 8 com a perda de uma amostra ele retorna ao índice dos demais. No tratamento 0,25%, para OE de cravo, segundo a figura, foi o que melhor conservou o pH até o dia 4, mas então houve uma queda acentuada a partir desse dia, entretanto, a partir do dia 6, o pH ficou praticamente estável. Para o OE de canela nessa mesma concentração, foi observado que este foi o tratamento com maior perda de pH quando utilizando-se de óleo essencial. A concentração de 0,50% para OE de cravo, foi o menos eficaz no controle do pH sendo o que obteve maior queda no período de 0 a 6 dias. Tratando-se do OE de canela, esta concentração não se mostrou eficiente no controle deste fator e o pH foi caindo ao longo dos dias. Na concentração de 0,75% da esquerda, é verificado que a partir do 2º dia o pH dos frutos foi caindo gradativamente, mas isso aconteceu de forma menos acelerada. Enquanto isso, a mesma concentração de óleo de canela não apresentou os mesmos efeitos, havendo queda rápida dos resultados. O tratamento com 1,00% foi o mais eficiente para os dois óleos, sendo que, para o OE de cravo até o dia 8, este foi o que apresentava o maior valor de pH. Para o OE de canela, nesse tratamento, ocorreu o mesmo e, até o dia 8, esse foi o tratamento que conservou os valores de pH, mostrando que sua queda se deu de forma gradativa.

De acordo com os gráficos, a queda do pH ocorreu de forma menos acelerada para o óleo essencial de cravo, pois mesmo após o segundo dia os tratamentos 0,50%, 0,75% e 1,00% se mantiveram na mesma faixa de pH, estes mesmos tratamentos seguiram com os valores mais elevados no dia 4, mais a partir desse dia o tratamento 0,50% teve uma queda brusca, sendo o tratamento com o menor valor de pH a partir deste dia até o dia 10. O tratamento testemunha teve uma queda brusca do dia 0 para o dia 2, mas posteriormente dos dias 6 ao 10 conseguiu se estabilizar em uma faixa de pH abaixo de 5,2.

Para o óleo essencial de canela, todos os tratamentos tiveram queda acentuada de pH do dia 0 até o dia 4, mas então mantiveram seus valores, as inclinações das linhas que mostram a subida do pH são explicadas pelas perdas das amostras que se encontravam em maior processo de amadurecimento, o que fez com que os valores subissem novamente para um pH de fruto verde.

Observando o gráfico, os tratamentos a base de OE de cravo foram mais efetivos ao controle desse fator, com uma maior variação de concentrações, enquanto o OE de canela apenas o tratamento com 1,00% do OE foi eficaz.

A Tabela 22 apresenta os *p*-valores dos testes de *Shapiro-Wilk* (normalidade) e *Bartlett* (homoscedasticidade). A verificação desses testes é importante para garantir que os resultados da ANOVA estejam validados.

Tabela 22. *P*-valores dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando o pH dos frutos.

	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,0187*	0,8168 ^{ns}	0,0683 ^{ns}	0,8848 ^{ns}	0,4003 ^{ns}	0,2892 ^{ns}
<i>Bartlett</i>	0,0131*	0,1123 ^{ns}	0,4289 ^{ns}	0,6002 ^{ns}	0,2632 ^{ns}	0,5203 ^{ns}

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0.01, houve significância no teste (rejeita-se H_0). Teste de *Shapiro-Wilk*: H_0 = dados seguem distribuição normal; Teste de *Bartlett*: H_0 = as variâncias dos tratamentos são iguais.

Verificou-se que, para o dia 0, os dados não seguem distribuição normal e as variâncias dos tratamentos não são homoscedásticas, ao nível de 1% de significância (Tabela 22). Neste caso, os resultados da ANOVA não são válidos, sendo necessário utilizar os postos (*ranks*) da variável pH para realizar a análise de variância (Tabela 23).

Para o dia 0, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância.

Tabela 23. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o pH médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Dia 0	Óleo	1	45,63	45,63	0,54	0,470 ^{ns}
	Concentração	4	134,58	33,65	0,40	0,807 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	236,12	59,03	0,70	0,601 ^{ns}
	Resíduos	20	1686,17	84,31		
	Total	29	2102,50			

Fonte: autoras, 2024.

* *p*-valor < 0.05, há diferença entre as médias.

Avaliando os resultados da Tabela 22, ao nível de 1% de significância, os dados nos dias 2, 4, 6, 8 e 10 são distribuídos normalmente (teste de *Shapiro-Wilk*) e as variâncias são homoscedásticas (teste de *Bartlett*), para todos os dias avaliados. Portanto, os resultados da ANOVA (Tabela 24) estão validados.

Tabela 24. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o pH médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Dia 2	Óleo	1	1,58	1,58	12,34	0,002*
	Concentração	4	1,34	0,34	2,62	0,066 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	0,21	0,05	0,41	0,799 ^{ns}
	Resíduos	20	2,56	0,13		

	Total	29	5,69	0,20		
Dia 4	Óleo	1	2,30	2,30	15,34	0,001*
	Concentração	4	1,22	0,30	2,03	0,130 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	1,37	0,34	2,29	0,096 ^{ns}
	Resíduos	20	3,00	0,15		
	Total	29	7,89	0,27		
Dia 6	Óleo	1	0,24	0,24	1,47	0,242 ^{ns}
	Concentração	4	1,14	0,28	1,77	0,180 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	0,10	0,03	0,16	0,958 ^{ns}
	Resíduos	18	2,90	0,16	-	-
	Total	27				
Dia 8	Óleo	1	0,04	0,04	1,36	0,261 ^{ns}
	Concentração	4	0,23	0,06	1,83	0,173 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	0,09	0,02	0,73	0,588 ^{ns}
	Resíduos	16	0,51	0,03	-	-
	Total	25				
Dia 10	Óleo	1	0,05	0,05	0,40	0,539 ^{ns}
	Concentração	4	0,15	0,04	0,27	0,890 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	0,18	0,05	0,34	0,850 ^{ns}
	Resíduos	15	2,01	0,13	-	-
	Total	24				

Fonte: autoras, 2024.

* p -valor < 0.05, há diferença entre as médias.

Para os dias apresentados na Tabela 24, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância. Para os dias 6, 8 e 10 não existiram diferenças entre as médias do pH do fruto para os efeitos principais, óleo essencial e concentração.

Para os dias 2 e 4, existiram diferenças entre as médias do pH do fruto apenas para os efeitos principais dos óleos essenciais, p -valores 0,002 e 0,001, respectivamente. A Tabela 25 apresenta as comparações das médias do pH do fruto.

Tabela 25. Médias do pH do fruto considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).

Dias	Óleo Essencial	
	Canela	Cravo
Dia 2	5,68 ^b	6,14 ^a
Dia 4	5,13 ^b	5,68 ^a

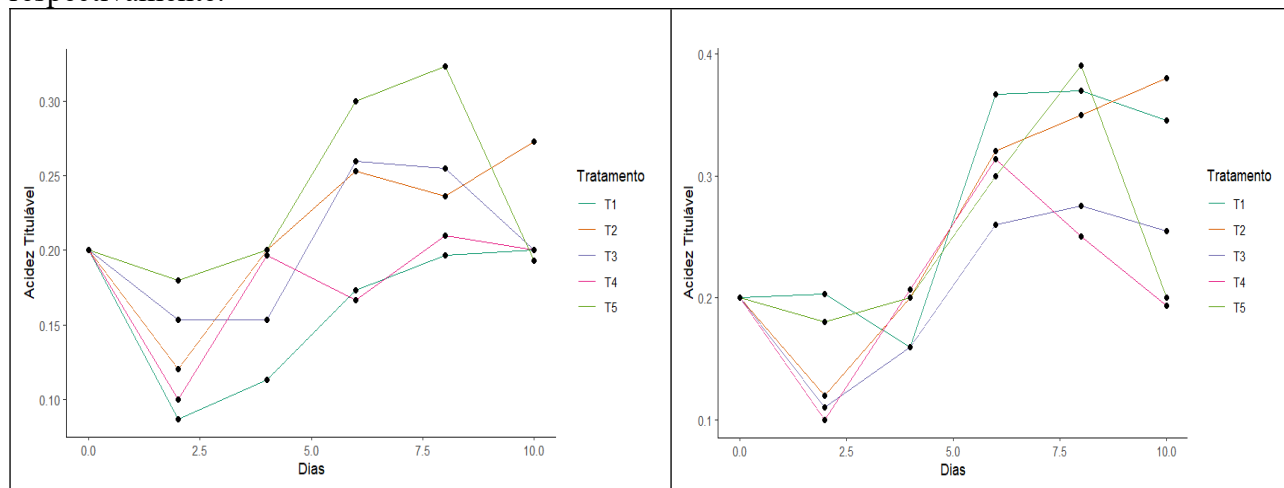
Fonte: autoras, 2024.

Segundo a Tabela 25, médias que não compartilham a mesma letra são diferentes entre si ao nível de 5% de significância, assim no dia 2 e no dia 4 as medias obtidas nos tratamentos com óleo essencial de cravo e canela são diferentes uma da outra. Portanto, como o tratamento com OE cravo obteve uma maior média de pH nestes dias de análise, este é considerado o mais eficaz.

4.9.7. Acidez titulável

A Figura 10 apresenta a trajetória da acidez titulável período de 0 a 10 dias considerando as diferentes concentrações de óleos (T1 = 0,00; T2 = 0,25; T3 = 0,50; T4 = 0,75; T5 = 1,00) essenciais de cravo e canela.

Figura 10. Comportamento longitudinal da acidez titulável do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo(esquerda) e canela(direita), respectivamente.



Fonte: autoras, 2024.

Tratando-se da concentração 0,00% a esquerda é notada que este tratamento foi o que obteve os menores valores de acidez, indicando frutos menos maduros. A direita, este tratamento testemunha teve altos valores de ATT. No tratamento com 0,25% utilizando óleo de cravo, houve uma queda de acidez do dia 0 para o dia 2, mais posterior alavancamento desde o dia 4. Este mesmo comportamento foi observado na imagem da direita (com OE de canela). Na concentração de 0,50% a esquerda este tratamento obteve altos níveis de acidez titulável nos dias 6 e 8, com posterior queda. Já a direita essa concentração obteve os menores valores de acidez entre os dias 4 e 6, a partir desse dia os índices se elevaram. No tratamento com 0,75% o ápice da acidez, no tratamento com óleo de cravo, foi no final do experimento já no dia 8, estes valores subiam e caíam ao longo dos dias de análise. Na imagem da esquerda a acidez titulável caiu no dia 2, se elevou nos dias 4 e 6 e caiu bruscamente, atingindo os menores valores entre todos os demais. Estas quedas e elevações são explicadas pelas perdas de amostras. No tratamento com 1,00%, na imagem a esquerda está concentração obteve os maiores valores de acidez até o dia 8, onde pela perda de amostras, houve uma queda brusca, obtendo o menor nível de ATT entre os demais. A direita observa-se que o valor da acidez foi aumentando ao longo dos dias, tendo seu ápice no dia 8, com posterior queda no dia 10.

Para validação dos resultados da Análise de Variância, é necessário avaliar os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade através dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Bartlett*, respectivamente. Portanto, a Tabela 26 apresenta os *p*-valores dos testes considerando a variável acidez titulável dos frutos.

Tabela 26. *P*-valores dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando a acidez titulável dos frutos.

	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
<i>Shapiro-Wilk</i>	-	0,3813 ^{ns}	0,3970 ^{ns}	0,0293 ^{ns}	0,1188 ^{ns}	0,0682 ^{ns}
<i>Bartlett</i>	-	< 2,2 ^{e-16*}	< 2,2 ^{e-16*}	< 2,2 ^{e-16*}	0,9312 ^{ns}	9,004 ^{e-06*}

Fonte: autoras, 2024.

**p*-valor < 0.01, houve significância no teste (rejeita-se H_0). Teste de *Shapiro-Wilk*: H_0 = dados seguem distribuição normal; Teste de *Bartlett*: H_0 = as variâncias dos tratamentos são iguais.

Não foi possível realizar os testes de normalidade e homoscedasticidade, bem como o teste da ANOVA, considerando a acidez titulável para o dia 0.

Considerando os resultados apresentados na Tabela 26, é possível verificar que os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade estão válidos apenas para o dia 8. Para avaliar se existe interação entre o tipo de óleo essencial (cravo e canela) e os níveis de concentração (0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00) foi realizado o teste F da análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância (Tabela 27).

Tabela 27. Análise de variância (ANOVA) para avaliar a acidez titulável média, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 8	Óleo	1	0,04	0,04	3,95	0,065 ^{ns}
	Concentração	4	0,05	0,01	1,08	0,403 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	0,02	0,01	0,43	0,783 ^{ns}
	Resíduos	15	0,16	0,01	-	-
	Total	24				

Fonte: autoras, 2024.

* p-valor < 0.05, há diferença entre as médias.

Considerando o dia 8, é possível verificar que o teste F para interação não foi significativo ao nível de 5% de significância. Portanto os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes, assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância. Como apresentado na Tabela 27, não existiram diferenças entre as médias da acidez titulável do fruto para os efeitos principais, óleo essencial e concentração.

Para os dias 2, 4, 6 e 10, os resultados da ANOVA não podem ser validados, ao nível de 1% de significância. Logo, deve-se usar um método não-paramétrico para verificar se há diferença entre os tratamentos. Como não há na literatura uma equivalência do teste de *Kruskal-Wallis* para dois fatores, é necessário usar o procedimento de Conover e Iman (1981) que substitui a observação da variável pelos seus postos (*ranks*) e realiza-se a ANOVA usual sobre eles. Assim, os resultados da Tabela 28 apresentam a ANOVA dos postos da acidez titulável do fruto para os dias supracitados.

Tabela 28. Análise de variância (ANOVA) para avaliar os postos (ranks) da acidez titulável média, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 2	Óleo	1	5,63	5,63	0,08	0,778 ^{ns}
	Concentração	4	487,67	121,92	1,77	0,174 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	314,53	78,63	1,14	0,365 ^{ns}
	Resíduos	20	1375,17	68,78		
	Total	29	2183,00			
Dia 4	Óleo	1	70,53	70,53	1,90	0,183 ^{ns}
	Concentração	4	1098,08	274,52	7,40	0,001*
	Óleo x Concentração	4	84,55	21,14	0,57	0,688 ^{ns}
	Resíduos	20	742,33	37,12		

	Total	29	1995,50			
Dia 6	Óleo	1	240,83	240,83	3,43	0,079 ^{ns}
	Concentração	4	129,33	32,33	0,46	0,764 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	358,33	89,58	1,28	0,313 ^{ns}
	Resíduos	20	1404,50	70,23		
	Total	29	2132,99			
Dia 10	Óleo	1	240,83	240,83	5,17	0,034*
	Concentração	4	649,75	162,44	3,49	0,026*
	Óleo x Concentração	4	275,58	68,90	1,48	0,246 ^{ns}
	Resíduos	20	931,83	46,59		
	Total	29	2097,99			

Fonte: Autoras, 2024.

* p -valor < 0.05, há diferença entre as médias.

Para os dias 2, 4, 6 e 10, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto, os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância.

Como apresentado na Tabela 28, para os dias 2 e 6 não existiram diferenças entre as médias da acidez titulável do fruto para os efeitos principais, óleo essencial e concentração, ao nível de 5% de significância.

Para os dias 4 e 10, existiram diferenças entre as médias da acidez titulável do fruto para os efeitos principais da concentração dos óleos, p -valores 0,001 e 0,034 respectivamente. A Tabela 29 apresenta os modelos de regressão da concentração de óleo em relação a acidez titulável do fruto.

Tabela 29. Definição do melhor modelo de regressão para o efeito da concentração de cada óleo essencial, em relação a acidez titulável do fruto.

Dia		gl	SQ	QM	F	p -valor	R ²
Dia 4 ¹	Linear	1	357,70	357,70	9,64	0,006*	0,326
	Quadrático	1	0,07	0,07	0	0,965 ^{ns}	0,326
	Cúbico	1	268,82	268,82	7,24	0,014*	0,571
Dia 10 ²	Linear	1	0,03	0,03	11,22	0,004*	0,598
	Quadrático	1	0,00	0,00	0,5	0,492 ^{ns}	0,624
	Cúbico	1	0,02	0,02	5,78	0,030*	0,932

Fonte: autoras, 2024.

* p -valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

¹ Eq 1: $\hat{Y}_i = -21,24 + 43,88 X_i - 15,84 X_i^2 + 1,76 X_i^3$

² Eq 2: $\hat{Y}_i = -18,83 + 50,65 X_i - 18,79 X_i^2 + 1,98 X_i^3$

Tabela 30. Médias da acidez titulável do fruto considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).

Dia	Óleo Essencial	
	Canela	Cravo
Dia 10	0,267 ^a	0,214 ^b

Fonte: autoras, 2024.

As médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Conover e Iman (1981).

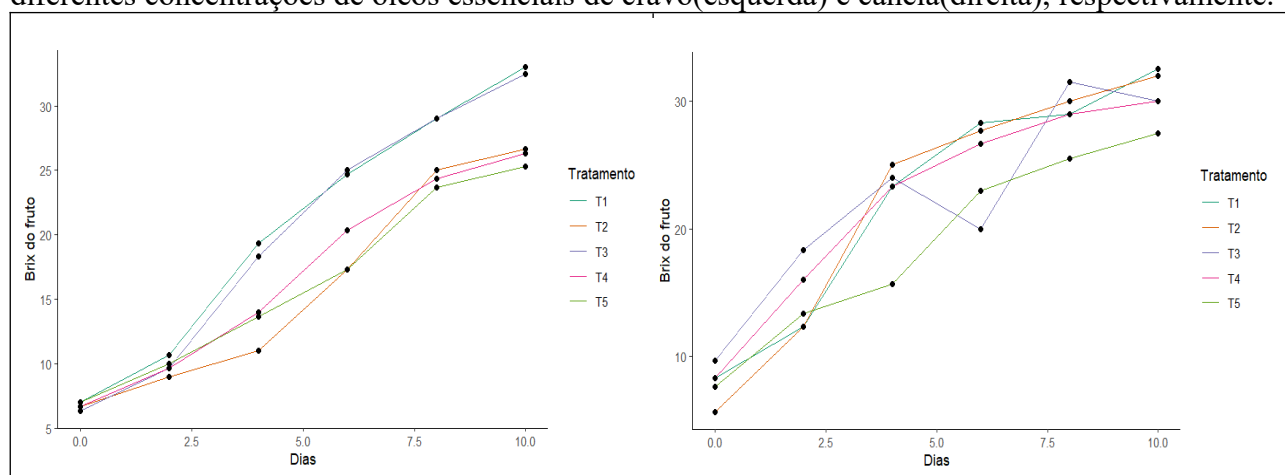
Houve diferença estatística entre os óleos essenciais aplicados nas amostras (Tabela 30).

4.9.8. Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

A Figura 11 apresenta a trajetória dos Sólidos Solúveis no período de 0 a 10 dias considerando as diferentes concentrações de óleos (T1 =0,00; T2 = 0,25; T3=0,50; T4=0,75; 1,00) essenciais de cravo e canela.

No gráfico abaixo, foi verificado que para o OE de cravo os tratamentos 0,00% e 0,50% apresentaram os maiores índices de °Brix, indicando que os frutos destes tratamentos chegaram ao amadurecimento e entravam em processo de senescência. O tratamento com 0,25% do OE seguiu com menores taxas de Brix até o dia 6, mas seus valores se ergueram a partir de então, fazendo com que o tratamento com 1,00% do OE seja considerado o melhor tratamento para o fator °Brix, segundo o gráfico.

Figura 11. Comportamento longitudinal do Brix do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo(esquerda) e canela(direita), respectivamente.



Fonte: Autoras, 2024.

Na concentração de 0,00%, à esquerda, observa-se que este tratamento foi o que obteve os maiores valores de Brix, havendo um aumento progressivo desde o dia 0. A imagem da direita mostra que nessa concentração os valores se mantiveram baixos até o dia 2, mas foram aumentando ao longo de cada dia. O tratamento com 0,25% da esquerda obteve o menor °Brix até o dia 6, mas a partir desse dia houve aumento nos índices. Na figura da direita verifica-se que seu Brix foi o mais baixo até o dia 2, posteriormente, o mais alto no dia 4 e continuou aumentando ao longo do tempo. No tratamento com 0,50% à esquerda, é observado que este tratamento obteve altos valores de °Brix ao longo dos dias de análise, sendo que no dia 6 foi o tratamento com maior Brix. À direita, é verificada que nos dias 0 e 2 este tratamento teve os maiores níveis de Brix, havendo uma queda brusca no dia 6 ligada à perda de amostras, mas logo estes valores voltaram a elevar-se. No tratamento com 0,75%, na imagem da esquerda, é notado que as estimas de Brix foram se alterando progressivamente ao longo dos dias, sem picos de quedas ou elevações, já à direita nos dias 0 e 2 este tratamento teve os maiores °Brix, mas logo foi ultrapassado por outras concentrações. No tratamento com 1,00% com óleo essencial de cravo, foi observado que nos dias 8 e 10 essa concentração teve os menores valores de Brix. Segundo a imagem da direita, esta concentração de óleo de canela foi a mais eficaz para o fator Brix, na maioria dos dias de análise obtendo os menores valores, indicando menor amadurecimento dos frutos.

Para o óleo essencial de canela, o gráfico mostra que o tratamento 1,00% foi o que obteve melhores efeitos sobre o °Brix dos frutos, fazendo com que os valores fossem aumentando de forma

gradativa ao longo dos dias. No final do experimento, no dia 10, o tratamento com o maior valor de Brix foi a controle 0,00%.

Para avaliar se existe interação entre o tipo de óleo essencial (cravo e canela) e os níveis de concentração (0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00), foi realizado o teste F da análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância. Para validação dos resultados da Análise de Variância, é necessário avaliar os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade através dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Bartlett*, respectivamente. Portanto, a Tabela 31 apresenta os *p*-valores dos testes considerando a variável perda de massa do fruto.

Tabela 31. *P*-valores dos testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade (*Bartlett*), considerando o Brix dos frutos.

	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Dia 8	Dia 10
<i>Shapiro-Wilk</i>	0,1432 ^{ns}	0,3813 ^{ns}	0,3970 ^{ns}	0,8314 ^{ns}	0,2109 ^{ns}	0,1181 ^{ns}
<i>Bartlett</i>	0,1235 ^{ns}	0,2477 ^{ns}	0,5525 ^{ns}	0,4812 ^{ns}	0,6672 ^{ns}	0,9318 ^{ns}

Fonte: Autoras, 2024.

**p*-valor < 0.01, houve significância no teste (rejeita-se H_0). Teste de *Shapiro-Wilk*: H_0 = dados seguem distribuição normal; Teste de *Bartlett*: H_0 = as variâncias dos tratamentos são iguais.

Avaliando os resultados acima, verifica-se, ao nível de 1% de significância, que os dados são distribuídos normalmente (teste de *Shapiro-Wilk*) e as variâncias são homoscedásticas (teste de *Bartlett*), para todos os dias avaliados. Portanto, os resultados da ANOVA (Tabela 32) estão validados.

Tabela 32. Análise de variância (ANOVA) para avaliar o Brix médio, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Dia 0	Óleo	1	10,80	10,80	7,36	0,013*
	Concentração	4	11,67	2,92	1,99	0,135 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	14,87	3,72	2,53	0,072 ^{ns}
	Resíduos	20	29,33	1,47		
	Total	29	66,67	2,30		
Dia 2	Óleo	1	163,33	163,33	25,00	0,000*
	Concentração	4	40,47	10,12	1,55	0,227 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	47,00	11,75	1,80	0,169 ^{ns}
	Resíduos	20	130,67	6,53		
	Total	29	381,47	10,98		
Dia 4	Óleo	1	367,50	367,50	32,24	0,000*
	Concentração	4	178,53	44,63	3,92	0,017*
	Óleo x Concentração	4	135,33	33,83	2,97	0,045*
	Resíduos	20	228,00	11,4		
	Total	29	909,37	31,36		
Dia 6	Óleo	1	120,27	120,27	11,24	0,004*
	Concentração	4	115,33	28,83	2,69	0,064 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	167,05	41,76	3,90	0,019*
	Resíduos	18	192,67	10,70	-	-
	Total	27	595,32	22,05		

Dia 8	Óleo	1	47,04	47,04	15,23	0,001*
	Concentração	4	86,02	21,51	6,96	0,002*
	Óleo x Concentração	4	21,59	5,40	1,75	0,192 ^{ns}
	Resíduos	15	46,33	3,09	-	-
	Total	24	200,98	8,37		
Dia 10	Óleo	1	16,01	16,01	4,66	0,047*
	Concentração	4	119,34	29,84	8,69	< 0,001*
	Óleo x Concentração	4	45,18	11,30	3,30	0,040*
	Resíduos	15	51,50	3,43	-	-
	Total	24	232,03	9,67		

Fonte: autoras, 2024.

* p -valor < 0.05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

Para os dias 0, 2 e 8, o teste F para interação foi não significativo ao nível de 5% de significância. Portanto os fatores “óleo essencial” e “concentração” atuam independentes. Assim, é necessário avaliar os efeitos principais de cada fator, ao nível de 5% de significância. Como apresentado na Tabela 32, para os dias supracitados existiram diferenças entre as médias do Brix do fruto para os efeitos principais dos óleos essenciais, p -valores 0,013, 0,000 e 0,001, respectivamente.

Tabela 33. Médias do Brix do fruto considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).

Dias	Óleo Essencial	
	Canela	Cravo
Dia 0	7,93 ^a	6,73 ^b
Dia 2	14,47 ^a	9,80 ^b
Dia 8	29,20 ^a	26,20 ^b

Fonte: autoras, 2024.

*Médias que não compartilham as mesmas letras diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de F da ANOVA.

Nos dias 0, 2 e 8 o tratamento com óleo essencial de cravo obteve uma média menor, mostrando uma melhor efetividade desse tratamento sobre o Brix das bananas.

Para o dia 8, também teve efeito da concentração do óleo. Dessa forma, a Tabela 34 apresenta os modelos de regressão, sendo o modelo linear o mais indicado para ajuste (p -valor= 0,002).

Tabela 34. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial.

Dia		gl	SQ	QM	F	p -valor	R ²
Dia 8	Linear	1	45,82	45,82	14,83	0,002*	0,487
	Quadrático	1	14,64	14,64	4,74	0,046*	0,642
	Cúbico	1	6,88	6,88	2,23	0,156 ^{ns}	0,715

Fonte: autoras, 2024.

* p -valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

Eq 1: $\hat{Y}_i = 0,6753 + 3,1996 X_i + 3,0682 X_i^2$

Para os dias 4, 6 e 10, o teste F para interação foi significativo ao nível de 5% de significância. Portanto os fatores “óleo essencial” e “concentração” não atuam independentes.

Assim, é necessário realizar o desdobramento da interação, avaliando os óleos essenciais (fator 1) dentro de cada concentração (fator 2) e a concentração para cada tipo de óleo essencial.

Tabela 35. Médias do Brix, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Dia	Óleo essencial ¹	Concentração ²					Média OE	Eq. Regressão	R ²
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00			
Dia 4	Canela	23,33 ^a	25,00 ^a	24,00 ^a	23,33 ^a	15,67 ^a	19,47	Figura 20	0,9398
	Cravo	19,33 ^a	11,00 ^b	18,33 ^a	14,00 ^b	13,67 ^a	18,07		0,4531
	Média C	21,33	18,00	21,17	18,67	14,67			
Dia 6	Canela	28,33 ^a	27,67 ^a	20,00 ^a	26,67 ^a	23 ^a	26,13	Figura 21	0,3936
	Cravo	24,67 ^a	17,33 ^b	25,00 ^a	20,33 ^b	17,33 ^a	19,93		0,5700
	Média C	26,50	22,50	22,50	23,50	20,17			
Dia 10	Canela	32,50 ^a	32,00 ^a	30,00 ^a	30,00 ^a	27,50 ^a	30,4	Figura 22	
	Cravo	33,00 ^a	26,67 ^b	32,50 ^a	26,33 ^a	25,33 ^a	28,77		0,4553
	Média C	32,75	29,34	31,25	28,17 ^b	26,42			

Fonte: autoras, 2024.

¹ Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não difere entre si, a 5% de significância pelo teste de Tukey.

² Gráficos apresentados nas Figuras 29, 30 e 31.

Considerando desdobramento da interação de concentração dentro de cada OE, para o dia 4, como apresentado na Tabela 35, houve diferença significativa nas concentrações de 0,25% e 0,75% de OE de cravo, alcançando menores valores de medias, quando comparado as mesmas concentrações do OE de canela, isso indica um menor nível de amadurecimento nestes frutos.

Para o desdobramento no dia 6, observou-se os mesmos resultados que o dia 4, havendo uma maior efetividade nos tratamentos com 0,25% e 0,75% de OE de cravo.

No dia 10, apenas a concentração de 0,25% com OE de cravo apresentou diferença estatística quando comparada aos demais tratamentos, sendo este o mais eficaz devido ao menor valor de Brix. Nos demais tratamentos não houve diferença estatística, logo tanto o óleo de canela como o de cravo obtiveram o mesmo efeito nas bananas no referente dia.

As Figuras 20, 21 e 22 apresentam os modelos de regressão das concentrações, para cada tipo de óleo essencial analisado, considerando os dias 4, 6 e 10, respectivamente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

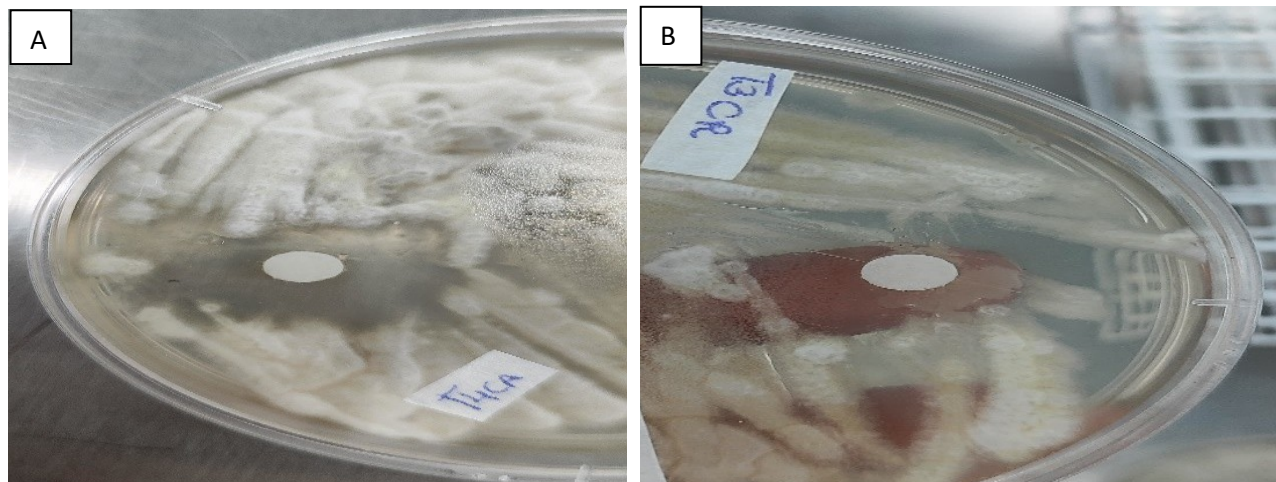
MÉTODO *in vitro*

5.1. Atividade antifúngica dos óleos essenciais

Ao medir o potencial antifúngico dos óleos essenciais de cravo e canela, foi possível verificar que o fungo *C. Musae* nas placas com o meio BDA, acrescidas dos discos contendo os tratamentos de menor concentração de óleo essencial de cravo (T2) e de canela (T3), assim como na amostra controle (T1), apresentaram um crescimento acelerado, em um período de 24 horas.

Figura 12. Placas de Petri contendo meio de cultura BDA com os diferentes tratamentos, A (amostra T4 OE de canela) e B (amostra T3 de OE de cravo) armazenados a $\pm 27^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, 2024.

Fonte: autoras, 2024.



Nos demais tratamentos, foi possível verificar a formação de halos, com o aumento das concentrações dos óleos essenciais, caracterizando um efeito inibitório sobre o patógeno. A Figura 12 mostra as imagens dos halos formados em volta dos discos contendo OE de canela e de cravo, demonstrando a inibição do fungo.

Os compostos químicos dos óleos essenciais têm a capacidade de penetrar a membrana celular do fungo, interferindo, assim, na síntese metabólica da parede celular, o que acaba reduzindo a reprodução e o crescimento dos fungos (Nazzaro *et al.*, 2017).

Vilela *et al.* (2024), ao analisarem o efeito de óleos essenciais no controle de fungos causadores de doença pós-colheita em manga, constataram que os maiores desempenhos inibitórios sobre os fitopatógenos estudados foram os de orégano, cravo-da-índia, pimenta, alecrim e casca de canela. Os autores concluíram que a casca de canela apresentou apenas um atraso no crescimento micelial.

5.2. Leitura das placas

A leitura das placas foi realizada após 24 horas de incubação, tempo suficiente para o crescimento do fungo em toda a placa contendo o tratamento testemunha. Observa-se que apenas os tratamentos testemunhas de cravo e canela não foram diferentes estatisticamente, já que ambos não apresentaram nenhum efeito de inibição sobre o fungo causador da antracnose em banana (Tabela 36).

Os demais tratamentos (T2, T3, T4 e T5) obtiveram diferenças estatísticas ao nível de 5% de significância, onde todos os tratamentos com óleo essencial de cravo se sobressaíram aos que

utilizaram o OE de canela, logo para o crescimento micelial em placa, o OE de cravo foi mais eficaz.

Tabela 36. Porcentagem de inibição do crescimento micelial (IC%) in vitro do fungo *Colletotrichum musae* submetido aos tratamentos com os óleos essenciais de cravo e canela, após 24 horas. Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, 2024.

Tratamentos	IC% em 24 horas	
	OE de cravo	OE de canela
T1	0,0 ^a	0,0 ^a
T2	12,16 ^a	2,42 ^b
T3	53,96 ^a	24,86 ^b
T4	68,79 ^a	63,10 ^b
T5	90,25 ^a	82,27 ^b

Fonte: autoras, 2024.

T1: Tratamento controle; T2: concentração de 0,25%; T3: concentração de 0,50%; T4: concentração de 0,75%; T5: concentração de 1,00%. Médias com letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoras, 2024.

A utilização e eficácia de óleos essenciais sobre fitopatógenos, no controle de doenças pós-colheita vem sendo amplamente avaliada, como em pesquisa feita por Paulino *et al.*, (2018) que utilizaram os óleos essenciais de arruda e cravo da índia em cinco concentrações (250; 550; 850; 3000 e 7000 $\mu\text{g. mL}^{-1}$) sobre quatro isolados de *Colletotrichum spp.*, agente causal da antracnose, obtidos de cebolinha (*Allium fistulosum* L.), mamão (*Carica papaya* L.), manga (*Mangifera indica* L) e pimentão (*Capsicum annuum* L.).

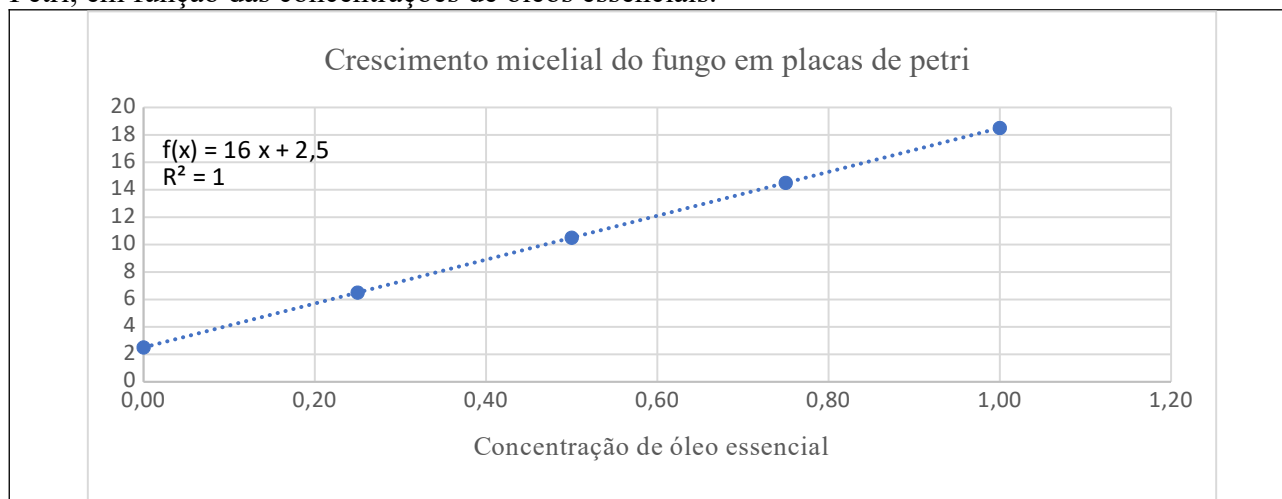
Andrade e Vieira (2016) que verificaram os efeitos dos óleos essenciais de anis (*Pimpinella anisum*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), árvore-chá (*Melaleuca alternifolia*) e menta (*Mentha piperita*), sobre a antracnose *in vitro* sobre frutos de mamoeiro e, com base nesses estudos, é possível observar que a ação dos OEs varia de acordo ao patógeno que é estudado. Esse fator pode ser observado no presente estudo, onde se verificou que o fitopatógeno *C. musae* se mostrou sensível a menores concentrações de OE de cravo (Tabela 36).

Costa e seus colaboradores (2011), determinaram a ação fungicida de óleo de cravo a 0,15%, em placas contendo os fungos fitopatogênicos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* e *Macrophomina phaseolina*, observando que apenas o último não foi afetado negativamente por essa substância. Ainda segundo os mesmos autores, a alta eficiência do óleo de cravo apresentada em vários estudos se deve à presença do eugenol, pois esta substância corresponde a 83,6% dos óleos encontrados nessa estrutura vegetal, e é a responsável pelas características antifúngicas do mesmo.

De acordo com os resultados expressos (Tabela 37), também é possível verificar que as concentrações T4 e T5 obtiveram os maiores valores de inibição no crescimento micelial no período de 24 horas quando comparados aos tratamentos com menor porcentagem de OE (T1, T2 e T3).

Ramos, Andreani Junior e Kozusny- Andreani (2016), ao estudarem o fungo *C. gloeosporioides*, verificaram que ele se apresentou sensível aos óleos essenciais e vegetais utilizados no estudo, onde foi possível determinar as concentrações fungicidas mínimas para cada um deles. Os óleos utilizados apresentaram atividade fungicida em diferentes concentrações, as quais variaram de 0,80% (melaleuca), 3,20%, (eucalipto), 6,25% (limão, capim limão, cravo da índia, canela e nim), 12,5% (hortelã e citronela), 25% (copaíba), 50% (coco e gengibre) e 100% (manjerição).

Figura 13. Ajuste dos modelos de regressão para o crescimento micelial do fungo em placas de Petri, em função das concentrações de óleos essenciais.



Fonte: autoras, 2024.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5, citada anteriormente, o modelo de regressão adequado ao crescimento micelial dos fungos é o linear como mostra a Figura 6.

MÉTODO *in vivo*

5.3. Análises de incidência da doença

Frutos de banana contaminados por antracnose possuem uma variedade de sintomas, como, lesões marrons a negras, deprimidas na polpa, manchas na casca e, em caso de umidade elevada, podem aparentar frutificações rosadas do fungo, posterior ao amadurecimento (Sivakumar; Bautistabaños, 2014). Conhecer as características dos frutos contaminados é importante para identificar aqueles que estão acometidos pela doença estudada neste trabalho.

Figura 14. Amostras controle tomadas pelo fungo da antracnose ao oitavo dia de armazenamento.



Fonte: autoras, 2024.

As bananas inoculadas com o patógeno tiveram crescimento do fungo após o período de 72 a 96 horas, onde pode se observar lesões pequenas, mostrando o início do desenvolvimento do patógeno sobre os frutos.

Para o tratamento controle (T1) do OE de cravo os sinais da doença só surgiram a partir do sexto dia de pesquisa, áreas com manchas pretas e necrosadas, após esse tempo os frutos foram tomados pela antracnose atingindo 100% das amostras.

Em estudos realizados por Araújo, Toledo e Soares (2018), foi testado a atividade antifúngica do óleo essencial de cravo-da-índia nas concentrações de 1%, 2%, 4%, 8% e 16%. Obtiveram como resultados que a partir da concentração de 2% do óleo essencial, ocorria a total inibição do crescimento do patógeno *C. musae* isolado de banana.

As amostras testemunha, com 0,00% de OE de canela, apresentam incidência da doença a partir do 4º dia de pesquisa, havendo um aumento do número de frutos atingidos com a evolução dos dias. De acordo com os dados estatísticos nos dias 4 e 6 não houve diferenças entre as concentrações de óleo utilizadas.

Para os OEs, de cravo e canela, o tratamento T2 (0,25%), obteve os piores resultados havendo um aumento gradativo da doença sobre as bananas desde o quarto dia. As amostras tratadas com o OE de canela tiveram 100% dos frutos com incidência da doença no oitavo dia.

Segundo Barbosa, Vieira e Teixeira (2015) ao utilizarem as concentrações de 1) 0µL.L (testemunha), 2) 25 µL.L, 3) 50 µL.L, 4) 75 µL.L, 5) 100 µL.L e 6) 125 µL.L dos óleos essenciais de (*Cymbopogon martinii*), "tea tree" (*Melaleuca alternifolia*), cravo (*Eugenia caryophyllata*) e eucalipto (*Corymbia citriodora*), observaram que os melhores resultados em frutos para inibição do crescimento micelial do fungo *C. musae* se sobressaíram na utilização dos óleos essenciais de cravo e palmarosa, seguidos por "Tea tree". Os autores também concluíram que não houve diferenças

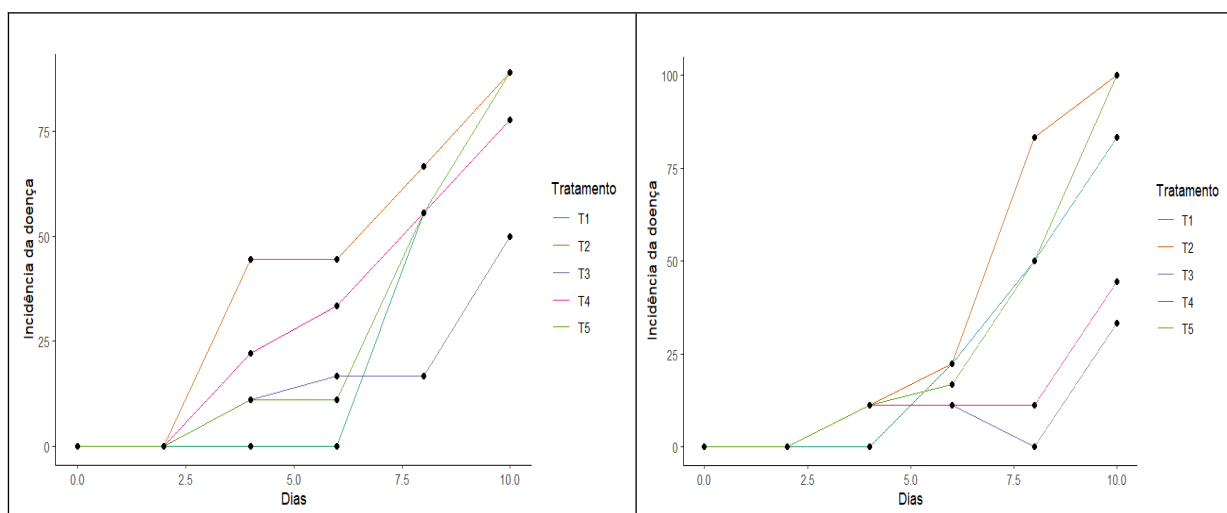
estatísticas entre esses óleos de cravo e palmarosa e o fungicida testado, Tecto SC (tiabendazol) na dose de 25 µL.L.

De acordo com os resultados estatísticos apresentados anteriormente, o uso do OE de canela na concentração de 0,75% teve uma maior efetividade no controle da incidência da antracnose sobre os frutos, o que aumenta a vida útil e a qualidade das frutas.

Para melhor observação dos resultados obtidos, foi gerado um gráfico com o comportamento da incidência da doença causada pelo fungo *C. Musae*, ao longo dos 10 dias de pesquisa, mostrado na Figura 15.

Com base na Figura 15, para o tratamento utilizando o óleo essencial de cravo, a concentração de 0,25% mostrou-se ineficiente contra a incidência de antracnose sobre as amostras. Até o dia 6, a melhor concentração foi a de 1,00%, entretanto após esse dia ocorreu uma elevação brusca dos resultados e o tratamento com 0,50% se tornou mais eficaz.

Figura 15. Comportamento longitudinal da incidência da doença do fruto no período de 0 a 10 dias, considerando as diferentes concentrações de óleos essenciais de cravo (esquerda) e canela (direita), respectivamente.



Fonte: autoras, 2024.

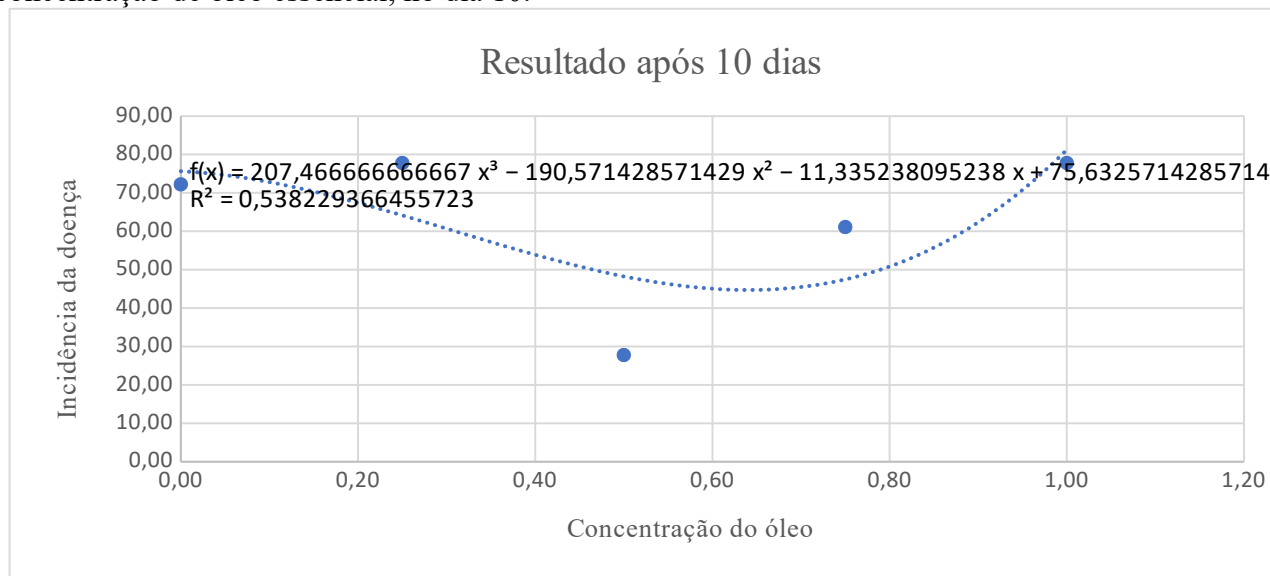
No tratamento T1 (0,00%), para OE de cravo não houve incidência da doença até o dia 6 a partir de então os frutos começaram a ser acometidos pela doença, na imagem da esquerda (testemunha para canela) a amostra testemunha não teve porcentagem de antracnose até o dia 4, posteriormente estes resultados foram aumentando progressivamente. No tratamento T2 (0,25%) na esquerda foram examinados sinais da doença a partir do dia 2. Nos dias 4 e 6 estes resultados se mantiveram estáveis e começaram a elevar-se novamente a partir do dia 8. Para o tratamento com OE de cravo até o dia 2 não foram encontrados sintomas de antracnose, mas a partir de então esse valor foi aumentando acerca dos dias. Para a concentração 0,50% (T3) utilizando o OE de cravo (imagem da esquerda) não houve sintomas da doença até o segundo dia do experimento, a partir de então houve elevação dos dados. Com base no gráfico este foi o tratamento mais efetivo para esse óleo, permanecendo com menores valores quando comparado aos demais até o final do experimento. Tratando-se do tratamento com OE de canela, nesta mesma concentração, foram encontrados sinais de doença que se mantiveram estáveis entre os dias 4 e 6, apresentando uma queda pela perda de amostras, com posterior elevação, mesmo com estas observações este foi o melhor tratamento para o OE de canela. O tratamento T4 (0,75%) de OE de cravo, a esquerda, não teve sinais da doença até o dia 2, após isso os resultados foram subindo ao longo dos dias de análise. Para o tratamento com canela não houve sintomas da doença até o dia 2, após o surgimento da doença estes resultados se mantiveram do dia 4 ao 8, voltando a aparecer frutos contaminados no dia 10. No tratamento T5(1,00%) a esquerda, não houve incidência da doença até o dia 2, a partir desse dia os valores foram se elevando, o mesmo pode ser observado na imagem da direita.

Com base no gráfico, o OE de canela obteve os piores resultados contra os sintomas da antracnose, e estes foram verificados na concentração de 0,25% (T2), enquanto que o mais eficaz, freando os sinais da doença foi a concentração 0,50% (T3).

Serpa e colaboradores (2014) relataram redução do percentual de fitopatógenos em mangas palmer tratadas com extrato de cravo e armazenadas durante 10 dias, assim como Ranasinghe, Jayawardena e Abeywickrama (2005), que em seus estudos observaram que o óleo essencial extraído de casca e folhas de canela foi capaz de controlar a podridão da coroa causada pelo gênero *Fusarium spp.*, em bananas cv. Embul maduras (Musa AAB), enquanto o óleo de cravo não foi capaz de inibir o desenvolvimento desse patógeno.

Com a realização da ANOVA para o fator Incidência da doença, verificou-se que não houve diferenças entre os óleos e suas concentrações nos dias 4 e 6. Enquanto isso, nos dias 8 e 10, as concentrações tiveram atuações diferentes nas amostras, sendo necessário determinar o modelo de regressão.

Figura 16. Ajuste do modelo de regressão da incidência da doença do fruto em função da concentração de óleo essencial, no dia 10.



Fonte: autora, 2024.

Para o dia 10, verificou-se que o *p*-valor para o modelo cúbico foi de 0,014, significativo ao nível de 5% de significância. Logo, o modelo de regressão que ajusta melhor os dados é o modelo cúbico (Figura 8). No dia 8 não se encontrou um modelo de regressão.

5.4. Tamanho da lesão

O aparecimento dos primeiros sinais das lesões características da antracnose se iniciou no período de 72 a 96 horas (Figura 17).

Figura 17. Aparecimento dos primeiros sinais de lesões causadas pela antracnose nas amostras de banana.



Fonte: autoras, 2024.

No quarto dia de análise os tratamentos controle, para ambos OE, não aparentavam lesões. No tratamento com 0,25% de OE de cravo, foi obtida uma média de $0,1\text{mm}^2$ de lesão causada por antracnose, quando tratado com OE de canela a média das lesões obtidas foi de $0,03\text{mm}^2$, sendo assim, o óleo de canela teve melhores efeitos sobre o aumento das lesões (Figura 18).

Figura 18. Bananas tratadas com 0,25% de óleo essencial de cravo (A), ao lado esquerdo. Bananas tratadas com 0,25% de óleo essencial de canela (B).



Fonte: autoras, 2024.

E se tratando da concentração 0,50% de OE de cravo, 25% das amostras não continham lesão pelo fungo *C. musae*, mas em 75% das amostras as lesões alcançaram o diâmetro de $0,03\text{mm}^2$. Com o OE de canela, 25% das amostras também não apresentavam lesões, mas 75% das frutas apresentaram danos de até $3,12\text{mm}^2$, logo o OE de cravo alcançou melhores efeitos, na concentração discutida.

De acordo com essas afirmações, o tratamento mais eficaz no dia 4, foram as concentrações controle (T1) de ambos os óleos essenciais, e o tratamento de pior resultado foi o de 0,50% de OE

de cravo, com lesões de até 6,23mm².

Santos *et al.* (2018), ao estudarem o efeito de um revestimento para frutos de mamão com incorporação do óleo essencial de cravo-da-índia, obtiveram, como resultado, que os revestimentos com fécula de mandioca associada ao óleo essencial de cravo foram mais significativos para o controle do crescimento da lesão da antracnose. Nota-se, então, que os óleos essenciais incorporados a outras substâncias mantêm o seu efeito antifúngico, não sendo necessário utilizá-los somente em estado puro ou diluído

O tratamento T1 de cravo foi o mais eficiente até o dia 6, não apresentando lesões características de antracnose. Enquanto isso, o tratamento T1(0,00%) do OE de canela obteve os piores resultados com uma média de lesões de 63,93mm². Nesse dia, as lesões das bananas já eram bem aparentes e necrosadas, dificultando a comercialização das frutas e a manutenção de sua vida útil, o que levou a perda de amostras que amadureceram rapidamente e entraram em senescência, como nos frutos T1 para canela.

Figura 19. Amostras de banana tratadas com óleo essencial de cravo e canela ao sexto dia de armazenamento.



Fonte: autoras, 2024.

Silva *et al* (2023), ao analisarem o efeito dos óleos essenciais de manjerição e melaleuca com potencial controle da antracnose em banana prata verificaram que a dose mais elevada (7,5 μLmL^{-1}) apresentou um melhor efeito sobre as manchas necróticas provocadas pelo fungo, reduzindo 65% desses sintomas quando comparadas aos frutos não submetidos ao óleo essencial de melaleuca.

Figura 20. (A) Frutos submetidos aos tratamentos com óleo essencial de cravo e canela, ao sexto dia de armazenamento e (B) tratamento T4 para óleo essencial de cravo ao oitavo dia.

Fonte: autoras, 2024.



Ao oitavo dia de armazenamento, houve um grande aumento das lesões, sendo que nas amostras tratadas com 0,25% de OE de canela (T2) houve uma média de área necrosada com manchas marrons, características do ataque pelo *C. musae*, de 220,22mm².

Nas amostras sem aplicação de óleo essencial (T1), as médias das lesões foram de 3,80mm², para OE de cravo, e 33,63mm² para o OE de canela. Entretanto, nos frutos tratados com a concentração de 0,50% (T3), para cravo e para canela, essas lesões foram menores, medindo 1,50mm² e 0,75mm², respectivamente. Essas observações mostram que a aplicação deste tratamento conseguiu reduzir os sinais da antracnose, quando comparado com as amostras controle.

No final do experimento, dia 10, foi perdido um número significativo de amostras, pelo avanço do amadurecimento. A presença do fungo no tecido pode desencadear estímulo à senescência, culminando no aceleração da atividade respiratória dos frutos (Negreiros *et al.*, 2013).

Foi possível observar que o tratamento T3 (0,50%) com OE de cravo conseguiu retardar o ataque do fungo nas frutas, apresentando lesão média de 3,84mm², enquanto no tratamento T4 com óleo de cravo as lesões foram de até 800mm². O avanço das lesões com o aumento nas concentrações de OE pode estar ligado ao fato de os óleos aparentemente acelerarem o amadurecimento dos frutos, fazendo com que os sinais da doença antes latentes sejam aparentes.

De acordo com Turina *et al.*, (2016), os óleos essenciais podem causar alterações na bicamada lipídica da membrana celular do microrganismo, aumentando, assim, sua permeabilidade, o que acarreta a liberação dos constituintes intracelulares vitais ou, ainda, causar danos em seus núcleos enzimáticos, o que pode ser considerado muito promissor, do ponto de vista do controle microbiano.

De acordo com a análise exploratória de dados a Análise de Variância (ANOVA) para o tamanho da lesão, não houve diferenças pelo teste F nos dias 4, 6, 8 e 10, logo, as diferentes concentrações e óleos essenciais atuaram da mesma forma sobre as amostras.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE A VIDA ÚTIL DO PRODUTO

5.5. Perda de massa

Ao longo dos dez dias de armazenamento, foi possível verificar que houve uma redução da massa dos frutos, em todos os tratamentos, o que era esperado devido à baixa umidade relativa, onde o ideal para esse parâmetro é por volta de 90% de umidade.

Segundo Trigo (2010), a perda de água dos frutos resulta na perda de massa fresca e na qualidade, o que acaba depreciando a aparência do produto. E, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), perdas de massa com valores em até 10% são aceitáveis para frutas e hortaliças, pois não compromete a aparência do produto.

A partir do segundo dia de pesquisa, houve o início da perda de massa dos frutos, sendo que o tratamento controle de cravo obteve os maiores níveis de perda, com uma média de 12,05%, enquanto a amostra controle do óleo de canela alcançou uma média de 8,93% de perdas. Rocha (2012) obteve resultados diferentes ao avaliar a pós-colheita de mamão papaya cv. Golden tratado com calda bordalesa e óleo essencial de cravo, em que foram verificadas maiores perdas de água nos frutos tratados, sendo esta promovida pelos revestimentos a base de compostos hidrofílicos, que auxiliaram na desidratação dos frutos.

Enquanto isso, bananas tratadas com 1,00% de OE de cravo obtiveram a menor perda de massa dentre os tratamentos, alcançando uma média de 1,91%.

De acordo com as análises estatísticas no dia dois, houve diferença entre os óleos de cravo e canela. A média de perdas por OE foi 8,30% para o óleo de canela e 4,90% para o óleo de cravo. Isso significa que o OE de cravo no dia 2, conseguiu segurar a porcentagem de perda de massa, quando comparado com o tratamento utilizando o OE de canela.

Ao quarto dia, foi observado que, para o tratamento com óleo de canela a 1,00% foi obtido o maior índice de perda de massa com uma média de 16,65%, enquanto o tratamento 0,50%, do mesmo óleo, obteve menores níveis de perda, obtendo uma média de 13,37%.

Para o OE de cravo, foi observado que, nas amostras, controle houve uma perda de 21,43%, enquanto as bananas que receberam 1,00% do óleo este valor foi reduzido para 3,77%, mostrando efeito positivo na aplicação deste OE. Na Tabela 37 é apresentado a diferença estatísticas por tratamento no dia 4, de acordo com o desdobramento.

Tabela 37. Médias da perda de massa no dia 4, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Tratamentos	OE Canela	OE Cravo
T1(0,00%)	16,08 ^a	21,43 ^a
T2(0,25%)	14,86 ^a	5,47 ^b
T3(0,50%)	13,37 ^a	6,47 ^a
T4(0,75%)	10,28 ^a	4,11 ^a
T5(1,00%)	16,65 ^a	3,77 ^b

Médias com letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ao nível de 5% de significância.

Fonte: autoras, 2024.

Com a realização do desdobramento, observou-se que, no dia 4, houve significância para o OE de cravo, nas concentrações 0,25% e 1,00% onde houve menores médias de perdas, tornando-os mais efetivos (Tabela 37).

Segundo o desdobramento para perda de massa no sexto dia, os frutos já se encontravam amadurecidos o que explica as quedas da massa pela degradação do amido dos frutos verdes (Tabela 38).

Tabela 38. Médias da perda de massa no dia 6, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Tratamentos	OE Canela	OE Cravo
T1(0,00%)	41,47 ^a	36,18 ^b
T2(0,25%)	25,94 ^a	9,58 ^b
T3(0,50%)	22,89 ^a	12,34 ^b
T4(0,75%)	17,80 ^a	7,37 ^b
T5(1,00%)	12,84 ^a	8,24 ^a

Médias com letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ao nível de 5% de significância.

Fonte: autoras, 2024.

De acordo com os resultados expressos na tabela acima, apenas no tratamento T5 não obteve diferenças estatísticas ao nível de 5% de significância; nas demais concentrações, onde houve diferenças, as menores médias de perda de massa foram para as amostras tratadas com OE de cravo, mostrando que esse óleo teve melhores efeitos sobre as bananas.

Simon *et al.*, (2011) ao realizarem tratamento , via imersão, por 3 min em: a) emulsão de óleo essencial de *Allium sativum* (3%); b) emulsão de óleo essencial de *Copaifera langsdorfii* (3%); c) emulsão de óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* (3%); d) emulsão de óleo essencial de *Eugenia caryophyllata* (3%); e) solução de Tween 20 (1%); f) fungicida prochloraz 2,5 mL.L-1 e g) água destilada (testemunha) em banana nanica na pós-colheita, armazenadas em condição ambiente, observaram a redução de massa nas frutas após 13 dias, sendo que o tratamento com *Allium sativum* proporcionou a menor perda de massa e os frutos que constituíram o tratamento com fungicida prochloraz, ocasionaram a maior perda de massa, não diferindo dos tratamentos testemunha, *Eugenia caryophyllata* e *Cinnamomum zeylanicum*.

Tabela 39. Médias da perda de massa no dia 8, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Tratamentos	OE Canela	OE Cravo
T1(0,00%)	52,19 ^a	44,89 ^b
T2(0,25%)	32,79 ^a	14,39 ^b
T3(0,50%)	30,33 ^a	21,79 ^a
T4(0,75%)	23,90 ^a	13,51 ^b
T5(1,00%)	18,11 ^a	13,57 ^a

Médias com letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ao nível de 5% de significância.
Fonte: Autoras, 2024.

Houve uma diferença estatística entre os óleos essenciais nas concentrações de 0,00%, 0,25% e 0,75%, onde foram obtidos menores perdas de massa para os frutos tratados com OE de cravo, demonstrando sua maior eficácia (Tabela 39).

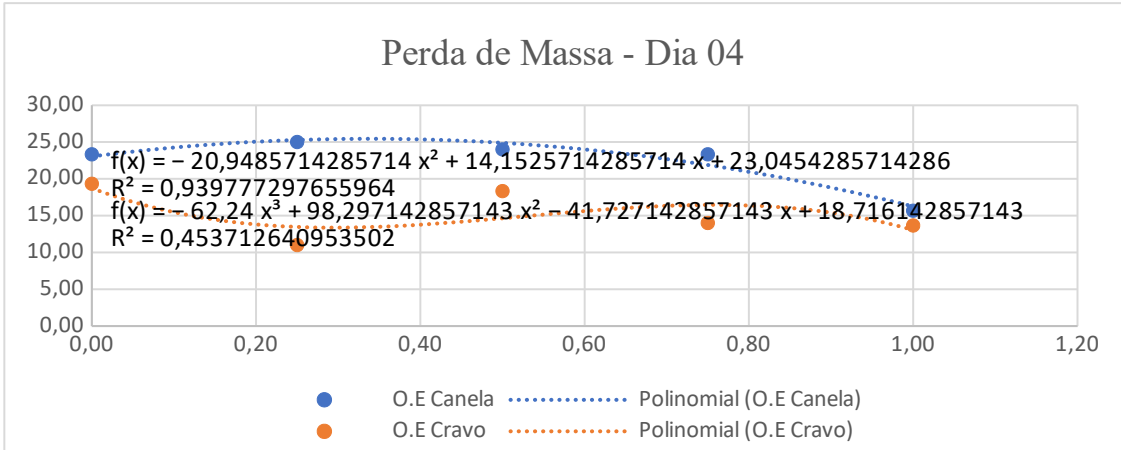
Os tratamentos testemunhas se mantiveram com maior perda de massa, sendo que para as bananas com 0,00% de OE de cravo, a perda foi de 44,89% enquanto para a 0,00% de OE de canela, o valor foi de 52,19%. O tratamento mais efetivo foram as concentrações de 0,75% OE de cravo (13,51%) e 1,00% de OE de canela (13,57%).

No dia 10, as concentrações testemunhas tiveram uma maior perda de massa e os tratamentos mais eficazes seguiram sendo respectivamente cravo 0,75% e 1,00%.

De acordo com essas observações, nos dias de pesquisa, os tratamentos testemunhas, sem adição de óleo essencial, foram os que obtiveram os maiores índices de perdas de massa, sendo os menos efetivos, enquanto isso, a concentração de 1,00% de OE de cravo conseguiu os menores valores de perda de massa, seguida pelo tratamento com 0,75% de OE de canela, portanto, foram os mais eficazes.

As Figuras 21, 22 e 23 apresentam os modelos de regressão das concentrações, para cada tipo de óleo essencial analisado, considerando os dias 4, 6 e 8, respectivamente.

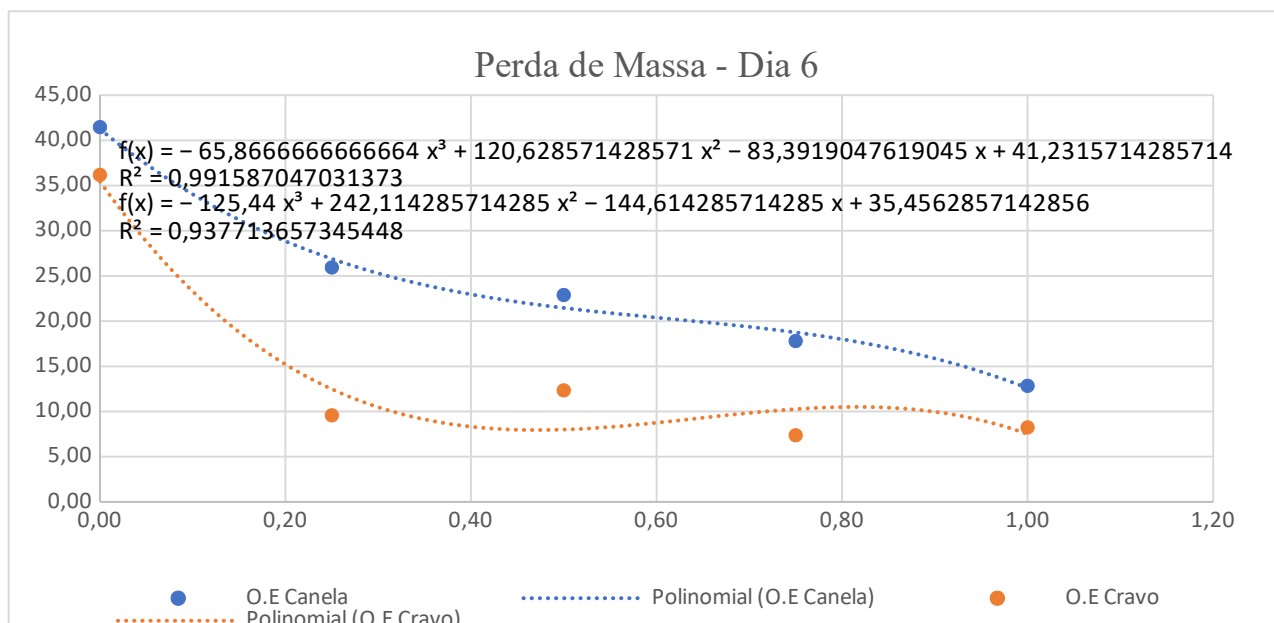
Figura 21. Ajuste dos modelos de regressão para a perda de massa do fruto no dia 4, em função das concentrações de óleos essenciais, considerando os diferentes tipos de óleos essenciais (cravo e canela).



Fonte: autoras, 2024.

No dia 4, é observado que, para cada tipo de óleo essencial, houve um modelo que mais se ajustou, tratando-se dos tratamentos com OE de cravo, o modelo de regressão indicando foi o cúbico, mas este não ajusta bem os dados pelo R^2 . Já no tratamento com OE de canela, o modelo adequado foi o quadrático (Figura 21).

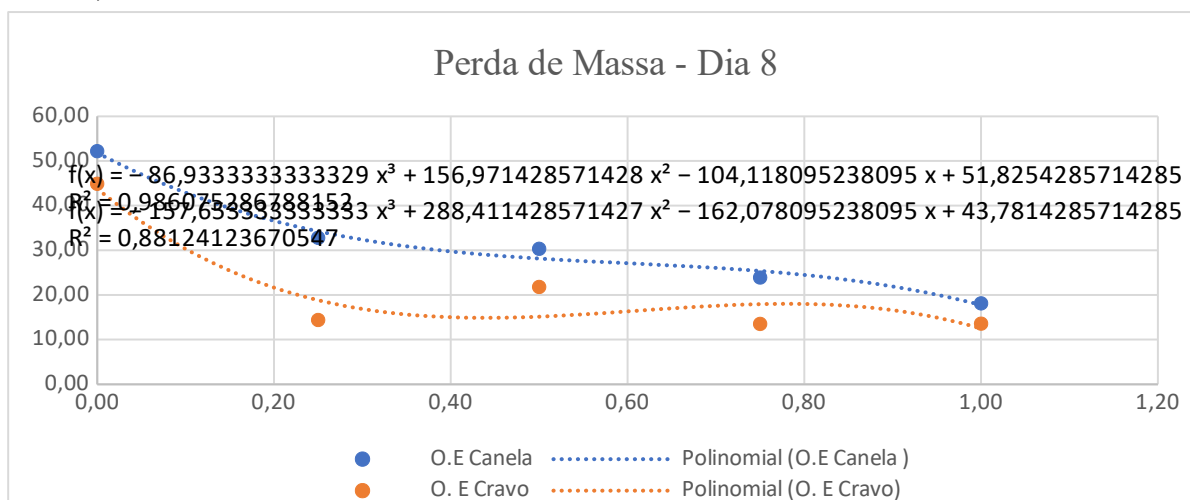
Figura 22. Ajuste dos modelos de regressão para a perda de massa do fruto no dia 6, em função das concentrações de óleos essenciais, considerando os diferentes tipos de óleos essenciais (cravo e canela).



Fonte: autoras, 2024.

No dia 6, é observado que o modelo de regressão indicando foi o cúbico para ambos os óleos essenciais utilizados. Entretanto, pelo coeficiente de determinação (R^2) os modelos não estão bem ajustados (Figura 22).

Figura 23. Ajuste dos modelos de regressão para a perda de massa do fruto no dia 8, em função das concentrações de óleos essenciais, considerando os diferentes tipos de óleos essenciais (cravo e canela).



Fonte: autoras, 2024.

No dia 8, é observado que o modelo de regressão indicado foi o cúbico para ambos os óleos essenciais utilizados. Entretanto, pelo coeficiente de determinação (R^2) os modelos não estão bem ajustados (Figura 23).

As frutas climatéricas requerem maiores cuidados quanto à conservação, pois apresentam alta sensibilidade à perda de massa fresca, perda de firmeza e amadurecimento precoce, que ocasionam alterações inesperadas sobre o sabor, odor, textura e coloração, com impactos negativos na aceitação comercial (Almeira *et al.*, 2020).

Como os dados não seguiam distribuição normal, foi realizada a ANOVA por postos (*ranks*), onde foi detectada diferença estatística nos fatores “óleo” e “concentração” e pelo teste de Conover e Iman (1981) houve diferença entre os óleos ao nível de 5% de significância, sendo o óleo de cravo o mais eficaz no controle da perda de massa.

Os frutos de banana tratados com óleo essencial de cravo tiveram melhores resultados de perda de massa no dia 10, quando comparando com o óleo de canela nesse mesmo dia (Tabela 40).

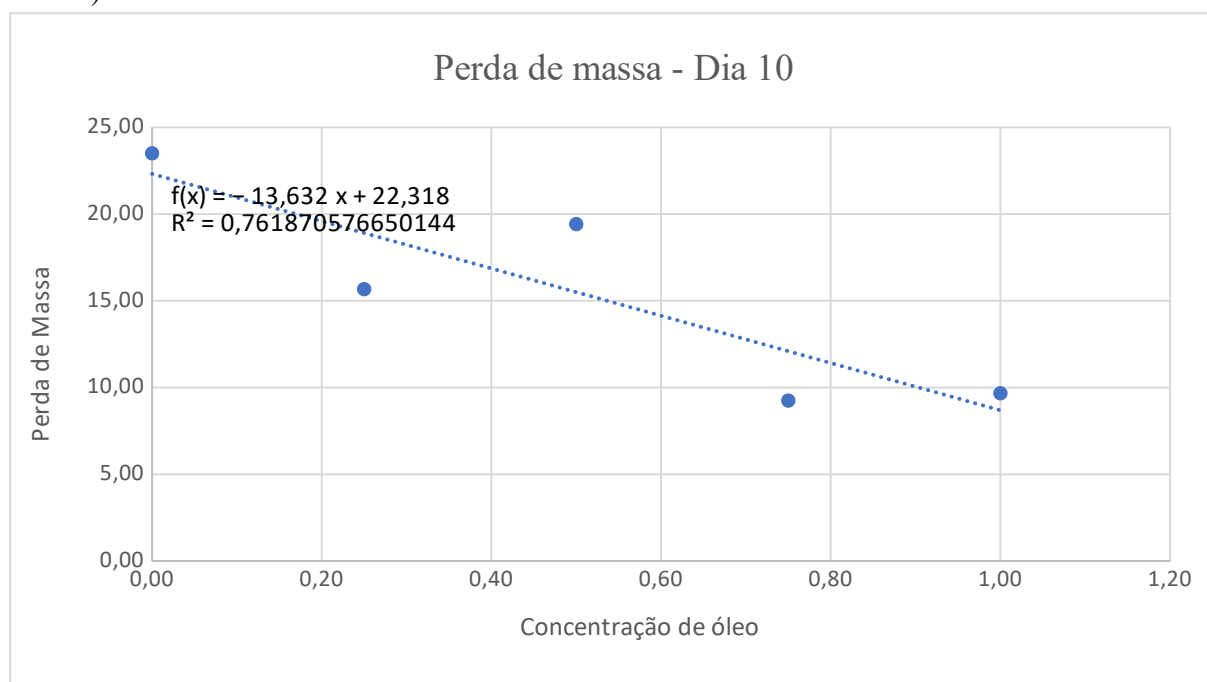
Tabela 40. Médias da perda de massa do fruto considerando os tipos de óleos essenciais (efeitos principais).

Dia	Óleo Essencial	
	Canela	Cravo
Dia 10	19,533 ^a	11,467 ^b

Fonte: autoras, 2024.

*As médias seguidas por pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Conover e Iman (1981).

Figura 24. Ajuste dos modelos de regressão para a perda de massa do fruto no dia 10, em função das concentrações de óleos essenciais, considerando os diferentes tipos de óleos essenciais (cravo e canela).



Fonte: autoras, 2024.

5.6. Maturação dos frutos

Quando iniciado o processo de amadurecimento, o fruto da banana sofre diversas alterações nos atributos físicos e químicos, como a conversão do amido em açúcar, mudanças no aroma e no sabor e pigmentação da casca, que acabam proporcionando uma vida útil relativamente curta da fruta, cerca de 6 a 8 dias sob condições ambientais (Aquino *et al.*, 2016). Considerando que a cor da casca do fruto um dos principais quesitos verificados pelo consumidor no momento da compra, que preferem frutos de casca mais verde, isso fará com que o processo de amadurecimento ocorra de forma mais lenta.

No dia 0, início do experimento os frutos de banana foram classificados de acordo com a escala de maturação, permitindo somente a permanência de frutos com cascas verdes e apenas traços amarelos, nível 2.

Segundo Silva *et al.* (2018), durante o amadurecimento de bananas, a degradação da clorofila é intensa, ficando visível a preexistência dos pigmentos carotenóides, de coloração verde-amarelada a amarela.

No segundo dia de avaliações os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 utilizando o óleo essencial de cravo seguiram em nível 2 de maturação. Esse mesmo resultado pode ser observado nos tratamentos 0,00% (T1), 0,25%(T2) e 0,75%(T4) com óleo essencial de canela, sendo assim, estes óleos em suas concentrações citadas tiveram a mesma eficácia. Nas concentrações de 0,50% e 1,00% com óleo essencial de canela, houve um aumento do nível de maturação dos frutos da banana, obtendo nota 3 dentro da escala.

Silva *et al.* (2024) observaram que os frutos de banana prata não expostos ao OE de manjerição evoluíram para a coloração de nível 7 de maturação apenas no final das avaliações. Entretanto, as bananas tratadas com óleos de melaleuca e manjerição começaram a mudança de coloração logo após a aplicação, ocorrida no dia 0 e, conforme os dias, as diferenças se acentuaram. Esse mesmo fator foi observado no presente estudo, onde os frutos testemunhas ficaram com a casca verde por um maior tempo e, quanto maior a concentração de óleo essencial, houve uma maior evolução da escala de maturação.

No dia 4, os tratamentos com óleo essencial de cravo nas concentrações 0,00%, 0,25% e 1,00% e o tratamento com óleo de canela na concentração de 0,75% continuaram com os frutos de banana em nível 2 de maturação. Sendo assim, estes são os tratamentos com melhor eficiência para a maturação dos frutos, entretanto, como o tratamento testemunha está entre estes citados até o dia 4, não se justifica a aplicação do óleo de cravo nos frutos.

Ao sexto dia de pesquisa, foi observado que nos tratamentos com 0,75% de OE de cravo, 100% dos frutos seguiam com nível 3 de maturação, mais verdes que amarelos. Usando estas mesmas concentrações do OE de canela, 25% das amostras ainda estavam em grau 2 de maturação,

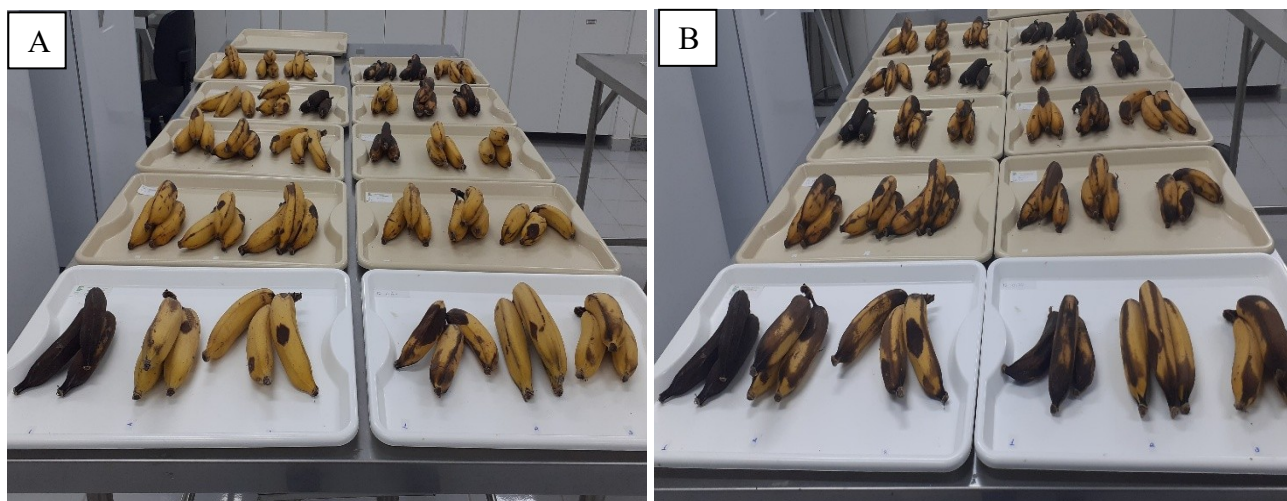
e o valor máximo foi de 3,0; portanto, o óleo de canela teve melhor efeito, conservando o amadurecimento de alguns frutos, que permaneceram com níveis de maturação iguais ao dia de aplicação dos tratamentos.

O tratamento mais efetivo para a maturação, no dia 10, foi a concentração de 0,50% com óleo essencial de canela, possuindo, em seu mínimo, frutos com grau 4 de maturação (mais amarelas que verdes), representando em torno de 25% das amostras. As bananas sem uso de OE, assim como os de canela 0,25% e 0,75%, e cravo 0,50%, atingiram o estágio 7 de amadurecimento, ou seja, todos os frutos se encontravam na última escala de maturação, estando amarelos, com pontas marrons.

Simon *et al.*, (2011) verificaram que os tratamentos com *A. sativum* e *C. langsdorfii* retardaram a evolução da cor da casca das bananas nanicas, sendo que, aos 13 dias, estes tratamentos proporcionaram as notas entre 5 e 6 da escala de maturação. Os frutos que constituíram os tratamentos com *E. caryophyllata*, água destilada (testemunha) e fungicida Prochloraz, encontravam-se, aos 13 dias, com a cor da casca variando de 7 a 8, ou seja, amarelo com áreas marrons a totalmente marrom.

Apesar de, ao final do experimento, as cascas se encontrarem em grau 7 de maturação no seu interior, foram notados frutos firmes e consistentes, assim, ao que parece, a aplicação dos tratamentos pode ter propiciado o escurecimento da casca, mas conservado internamente.

Figura 25. Evolução da maturação nas amostras tratadas com óleo essencial de cravo e canela. (A) bananas sobre os diferentes tratamentos ao sexto dia de armazenamento e (B) bananas sobre os diferentes tratamentos ao oitavo dia de armazenamento.



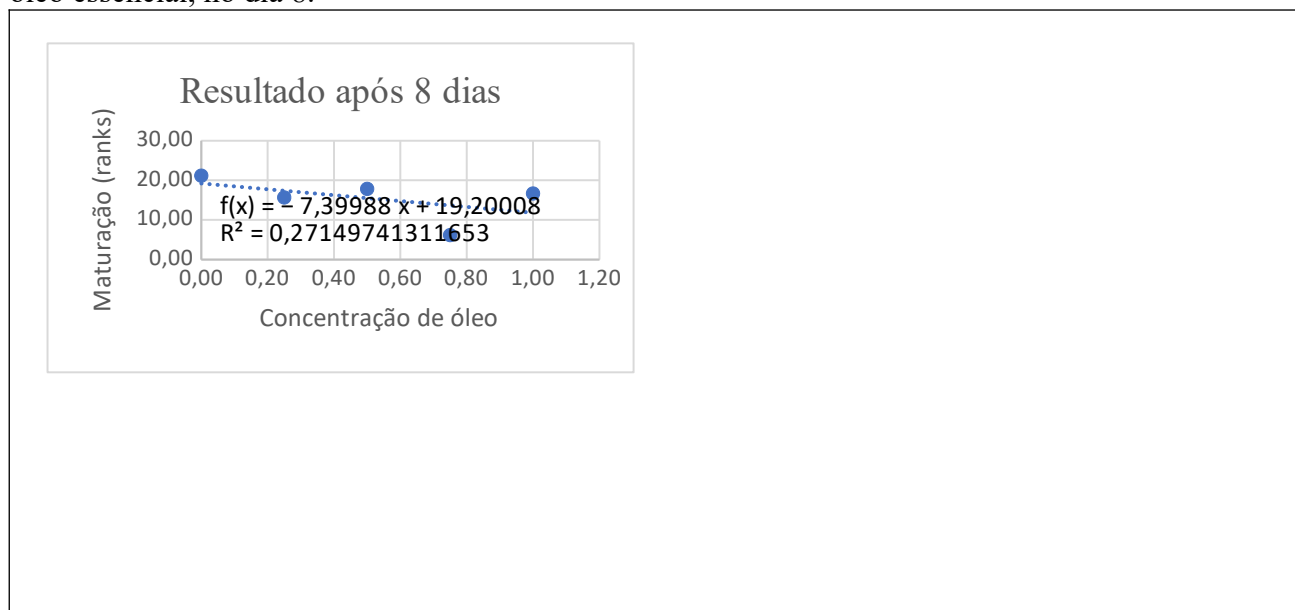
Fonte: autoras, 2024.

Sousa, Serra e Melo (2012), aplicando óleos essenciais de pau rosa, hortelã e copaíba, obteve-se êxito ao inibir o crescimento fúngico de *C. gloeosporioides* em pimentas. Contudo, a

presença do óleo ocasionou desordens na coloração, o que, em termos comerciais, poderia prejudicar mercadologicamente.

De acordo com os resultados estatísticos, os diferentes óleos e concentrações não tiveram interferências nos frutos até o dia 6 pela ANOVA ao nível de 5% de significância, nos dias 8 e 10, o OE de cravo desempenhou uma melhor maturação nos frutos.

Figura 26. Ajuste do modelo de regressão da maturação do fruto em função da concentração de óleo essencial, no dia 8.



Fonte: autoras,2024.

5.7. pH

A banana, diferente de outros frutos, apresenta diminuição no pH durante o amadurecimento devido a degradação do amido e a consequente liberação de íons de H^+ no citoplasma (Borges, 2011).

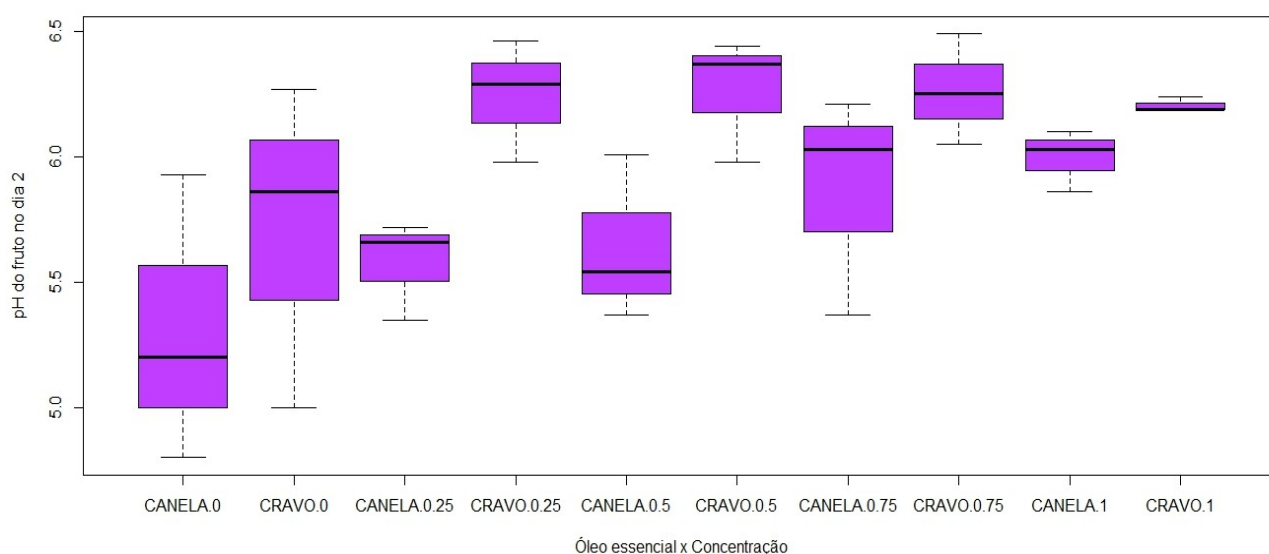
Aos dez dias de armazenamento, foi possível verificar que houve uma redução no pH dos frutos em todos os tratamentos, o que era esperado, devido à evolução do amadurecimento. No dia 0, o pH dos frutos ficou em torno de 6,27. (tabela ou figuras)

Os tratamentos com maior valor de pH, no dia 2, foram os de cravo 0,75% e 0,50%, apresentando um pH médio de 6,26, o que indica que os frutos estavam mais verdes. Nas amostras tratadas com 0,00% de OE, foi observada uma maior queda de pH, havendo uma média de 5,71 para a testemunha de cravo e 5,31 para canela, logo, estes frutos apresentam características químicas de amadurecimento (Figura 27).

No quarto dia, o tratamento com maior valor de pH foi o de OE de cravo a 0,25%, seguido do tratamento com OE de canela 1,00%, com pH médio de 6,18 e 5,74 respectivamente. Para menor

No quarto dia, o tratamento com maior valor de pH foi o de OE de cravo a 0,25%, seguido do tratamento com OE de canela 1,00%, com pH médio de 6,18 e 5,74 respectivamente. Para menor valor de pH, tem-se o tratamento testemunha de canela (0,00%) com o pH de 4,82 e o tratamento 0,25% do mesmo óleo, com o pH de 4,96. Isso mostra que nos frutos testemunhas houve uma queda brusca dos valores de pH, enquanto nas concentrações supracitadas estes valores se encontravam mais elevados, características de frutos mais verdes.

Figura 27. Boxplot do pH no dia 2, considerando os dois óleos essenciais (canela e cravo) e as cinco concentrações de óleo (0,00%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; 1,00%).



Fonte: autoras, 2024.

Para o sexto dia de armazenamento foi verificado que os tratamentos a base de OE de cravo as amostras de banana analisadas mantiveram o pH mais elevados, sendo o tratamento 1,00% o de maior valor seguidos pelos tratamentos com 0,25% e 0,75%. O menor pH encontrado foi a testemunha (0,00%) de OE de canela.

No dia 8, para o óleo de cravo, o tratamento mais eficaz foi o de concentração 1,00% onde 75% de amostras tiveram o valor de pH igual a 5,48, e o restante das observações apresentaram pH de 5,13. Para o óleo de canela, esta mesma concentração foi a mais eficiente, com um pH médio de 5,28. Enquanto isso, na concentração de 0,50% de OE de cravo, foi obtido um pH de 4,90, e para canela, este valor foi de 4,98, sendo que estes valores foram os menores obtidos. Estes resultados vão ao encontro dos estudos de Prill *et al.* (2011 e 2012), que relataram o intervalo no pH entre 4,4 a 5,4 na banana cv Prata em amadurecimento.

No décimo dia de armazenamento, todas as amostras obtiveram quedas de pH, entretanto, devido a perda de amostras, os resultados estatísticos mostram uma estabilidade ou aumento destes valores.

Com a realização da análise exploratória dos dados, verificou-se que, nos dias 6, 8 e 10, não existiram diferenças entre as médias do pH do fruto para os efeitos principais, óleo essencial e concentração. Já para os dias 2 e 4, existiram diferenças entre as médias do pH do fruto apenas para os efeitos principais dos óleos essenciais, sendo que o OE de cravo obteve melhores resultados.

5.8. Acidez Titulável

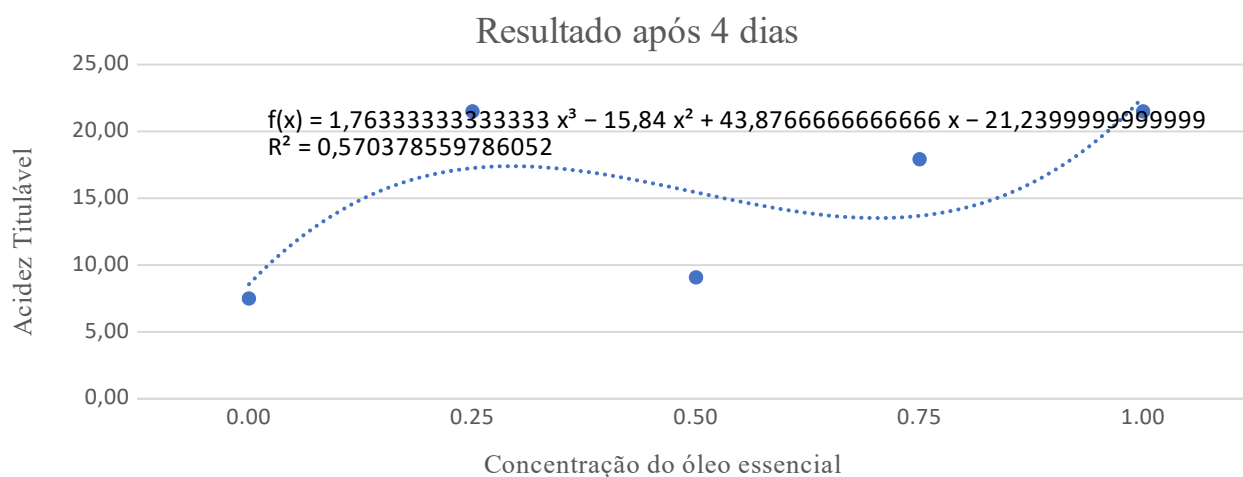
Em virtude de a banana ser uma fruta climatérica, ocorre alteração na acidez, que tende a ser maior no estágio maduro e diminuir quando em senescência (Neres *et al.* 2018).

Em dez dias de armazenamento, foi possível verificar que houve oscilações na acidez titulável dos frutos, em todos os tratamentos, o que era esperado, devido a evolução do amadurecimento. No dia 0, a ATT encontrada nas amostras de banana foi de 0,20%.

Além do efeito da concentração, para o dia 10 existiu diferença entre as médias da acidez titulável do fruto para os efeitos principais dos tipos de óleos (p -valor = 0,034). A Tabela 31. apresenta as comparações das médias da acidez titulável do fruto.

Segundo Rossignoli (1983) e Fernandes; Carvalho e Cal-Vidal (1979), o teor de ácidos em bananas pode variar de 0,17 % a 0,67 %, e o pH, de 4,2 a 4,8. Porém, estas faixas podem mudar de acordo com a variedade, o estágio de maturação e as condições de cultivo das bananas. Sabe-se, ainda, que o consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório do fruto é o principal responsável pela diminuição da acidez e o aumento do pH (Santos *et al.*, 2011).

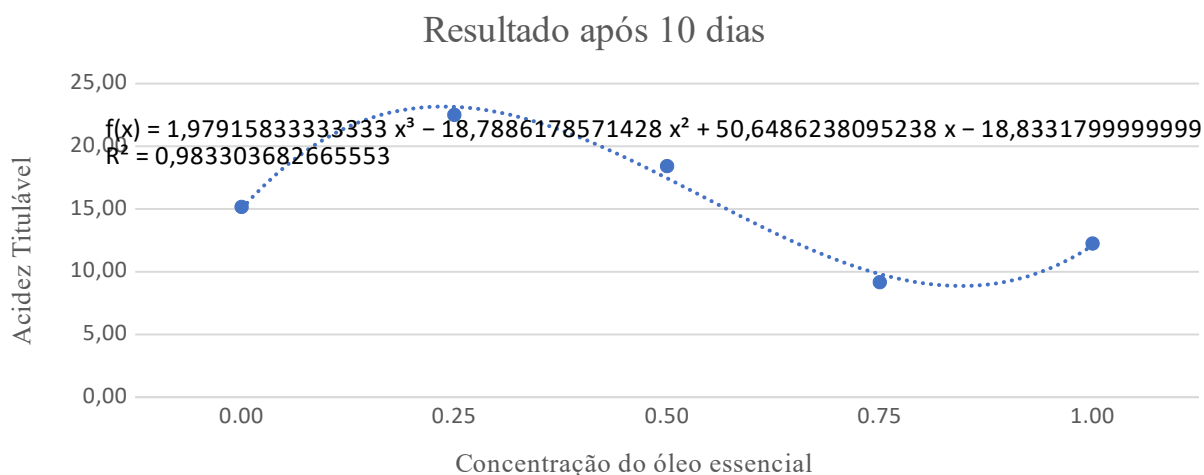
Figura 28. Ajuste do modelo de regressão da acidez titulável do fruto em função da concentração de óleo essencial, nos dias 4 (a) e 10 (b).



Fonte: autoras, 2024.

(a)

Fonte: autoras, 2024.



(b)

No dia 2, a acidez começou a decair nas amostras analisadas, sendo que, nos tratamentos sem adição de OE de cravo, foi obtido o valor de ATT de 0,09%, seguida pelos tratamentos com 0,75% de OE de cravo e canela com 0,10%, entretanto, na amostra controle, com 0,00% de OE de canela, estes padrões se elevaram para 0,27%.

Pimentel *et al.* (2010) em seus estudos, encontraram, para bananas verdes da variedade Prata-Anã, a acidez titulável de 0,18%, e para os frutos maduros, acidez de 0,69%. O pH caiu de 5,60 para 4,13

De acordo com a análise estatística por *ranks*, não houve diferenças estatísticas ao nível de 5% de significância, logo, os diferentes óleos e concentrações atuaram da mesma forma sobre as amostras.

Ao quarto dia de pesquisa, foi verificado um aumento na acidez, alcançando novamente um valor médio de 0,20%, nos tratamentos com 0,25%; 0,75% e 1,00% de OE de cravo, e estas mesmas concentrações do óleo essencial de canela. Nos frutos controle, para ambos OEs, a ATT chegou a 0,11%. Com a análise estatística por *ranks*, foi verificado que houve diferenças estatísticas entre as concentrações utilizadas, sendo calculado um modelo de regressão (Tabela 29).

No dia 6, foi observado que o tratamento com 0,00% de OE de canela apresentou uma acidez titulável de 0,37%. O tratamento com menor valor (0,17%) de ATT foram as concentrações de 0,00% e 0,75%. De acordo com a análise estatística por *ranks* não houve diferenças estatísticas, logo, os diferentes óleos e concentrações atuaram da mesma forma sobre as amostras.

Ao oitavo dia de armazenamento, o maior nível de acidez titulável encontrado foi o de canela a 1,00% com 25% dos resultados de 0,39%. Já a amostra testemunha de cravo, obtiveram ATT de 0,12%, então as frutas se encontravam menos amadurecidas. De acordo com a ANOVA, no dia 8, não existem diferenças estatísticas.

No dia 10, a maioria das amostras passaram pela fase de amadurecimento e chegavam a senescência, como as frutas com aplicação de OE de cravo a 0,50% e 0,75% e OE de canela 1,00%, que apresentaram acidez titulável de 0,20%. O tratamento com 0,25% do óleo de canela obteve uma média de 0,38% de ATT, este resultado está de acordo com a faixa aceitável de 0,17 a 0,67% de ácido málico descrito por Silva *et al.* (2018). Pela análise estatística por *ranks*, houve diferenças estatísticas ao nível de 5% de significância para os óleos e suas concentrações, sendo realizado um modelo de regressão para este dia (Tabela 29).

5.9. Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

As concentrações de sólidos solúveis totais aumentam com a maturação da fruta, devido à degradação do amido, as diferenças observadas podem ser explicadas pelo fato que o teor de sólidos solúveis totais se altera de acordo com as variedades das bananas, os estádios de maturação, condições de cultivo das bananeiras e o clima (Chitarra; Chitarra 2005).

Os Sólidos Solúveis foram medidos por meio do refratômetro digital devidamente calibrado, e, após a aplicação dos tratamentos, estes valores ficaram em torno de 7,0 a 9,0.

No dia 2, os tratamentos com óleo essencial de canela foram os que tiveram maiores valores de Brix, sendo o tratamento 0,50%, 0,75% e 1,0% respectivamente, isso indica que, até este dia, os frutos com estes tratamentos caminhavam mais rápido para o amadurecimento. O tratamento que melhor conservou o Brix, até o segundo dia de análise, foi o de cravo a 0,25%, com uma média de 9,0, mantendo a faixa de Brix do dia 0, com um pequeno acréscimo nos índices.

No dia 4, pode se observar que houve um aumento nos valores de SST para alguns tratamentos, sendo que os tratamentos de OE de canela 0,00%; 0,25%; 0,50% e 0,75%, assim como o tratamento 0,00% de cravo, chegaram à mesma faixa de valor máximo de 25,0, indicando frutos já próprios para o consumo. O tratamento de cravo 0,25% até este dia obteve o menor valor de sólidos solúveis totais, ficando entre 10,0 e 13,0, mostrando um aumento lento se comparado com as demais amostras.

Borges (2011), em sua pesquisa sobre óleos essenciais no comportamento da antracnose pós-colheita de banana ‘prata’, observou que o óleo essencial de canela na concentração utilizada, 750mg.L⁻¹ com água destilada, pode ter induzido estresse nos frutos, levando a uma redução nos sólidos solúveis.

De acordo com a ANOVA, no dia 4 houve diferença, sendo necessário realizar o desdobramento para a interação, avaliando os óleos essenciais (fator 1) dentro de cada concentração (fator 2) e a concentração para cada tipo de óleo essencial, como mostra a Tabela 41.

Tabela 41. Médias do Brix no dia 4, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Tratamentos	OE Canela	OE Cravo
T1(0,00%)	23,33 ^a	19,33 ^a
T2(0,25%)	25,00 ^a	11,00 ^b
T3(0,50%)	24,00 ^a	18,33 ^a
T4(0,75%)	23,33 ^a	14,00 ^b
T5(1,00%)	15,67 ^a	13,67 ^a

Médias com letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoras, 2024.

De acordo com os resultados expressos na tabela acima, é possível verificar que para o OE de cravo, nas concentrações de 0,25% e 0,75%, houve diferenças significativas ao nível de 5% de significância, alcançando menores valores de médias, quando comparado com as mesmas concentrações do OE de canela, e isso indica um menor nível de amadurecimento nestes frutos, pelos menores valores de Brix encontrados.

Ao sexto dia, foi observado que o tratamento de cravo 0,25% seguiu sendo eficiente. No tratamento com 1,00% de OE de cravo, foi mantida uma faixa mais estreita de Brix, enquanto para o OE de canela, nessa mesma concentração, obteve uma maior faixa de Brix, chegando ao valor máximo de 33,0, ultrapassando as amostras testemunha, que tiveram o valor máximo de 30,0.

Com base na ANOVA apresentada na análise exploratória dos dados, no dia 6, houve diferenças significativas ao nível de 5%, logo os fatores “óleo essencial” e “concentração” não atuam independentes, sendo necessário realizar um desdobramento (Tabela 42).

Para o desdobramento no dia 6, observou-se uma diferença entre as médias no tratamento T2 (0,25%) e no tratamento T4 (0,75%), como nos frutos tratados com OE de cravo observa-se menores médias estes podem ser considerados mais eficazes, havendo um menor valor de Brix.

Tabela 42. Médias do Brix no dia 6, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Tratamentos	OE Canela	OE Cravo
T1(0,00%)	28,33 ^a	24,67 ^a
T2(0,25%)	27,67 ^a	17,33 ^b
T3(0,50%)	20,00 ^a	25,00 ^a
T4(0,75%)	26,67 ^a	20,33 ^b
T5(1,00%)	23 ^a	17,33 ^a

Médias com letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoras, 2024

Já no oitavo dia, de acordo com os dados observados, os tratamentos mais eficazes no controle dos SST foram os de OE de cravo 0,75% (média de 24,33) e 1,00%, com uma média de 23,67, apesar de que os valores encontrados já demonstravam frutos maduros, este valor se encontra

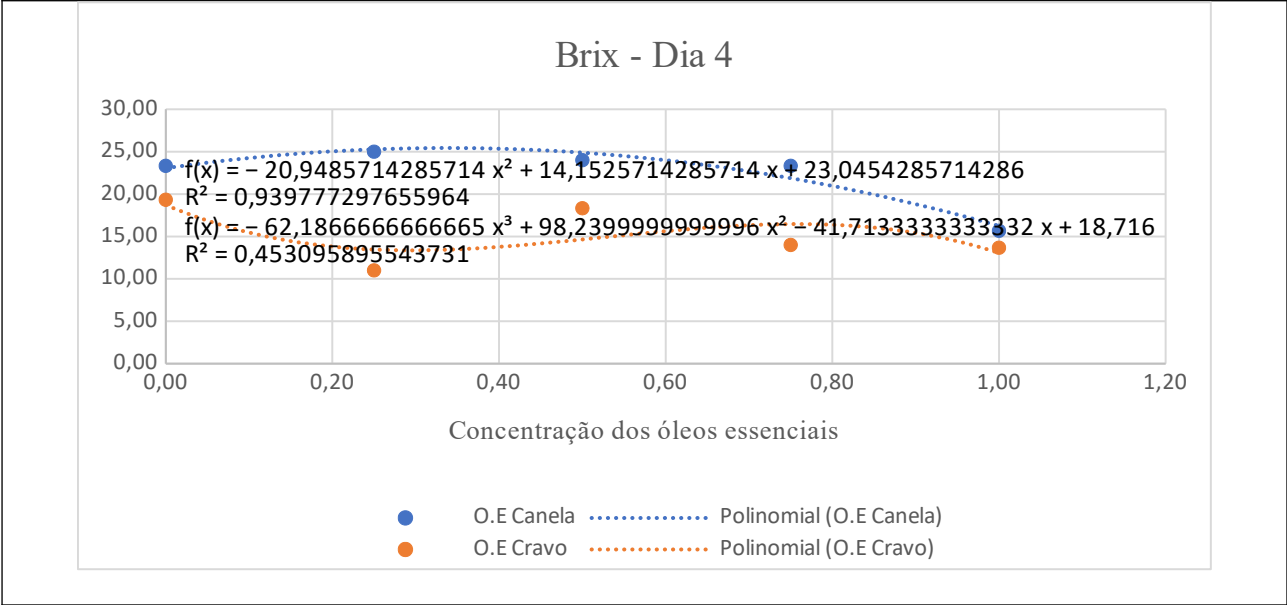
dentro da faixa preconizada para polpa de banana, segundo a Instrução Normativa nº37 do MAPA que é de 18,5 (Brasil, 2018).

Analisando as características de qualidade de bananas cv. BRS Vitória em elevada maturação cultivadas em Bananeiras-PB, foi verificado que os valores de SST apresentaram média de 24,0. Um alto valor de SST em frutas destinadas a consumo *in natura* e processamento industrial é bastante desejável, pois existe uma tendência de mercado ao desenvolvimento de novos produtos alimentícios com menor adição de açúcar (Silva *et al.*,2020).

Com a análise exploratória de dados, foi observado que, no dia 8, houve uma diferença entre os óleos essenciais, sendo que o OE de cravo obteve uma média menor, mostrando uma melhor efetividade desse tratamento sobre o Brix das bananas.

No dia 4, é observado que para cada tipo de óleo essencial, houve um modelo que mais se ajustou, tratando-se dos tratamentos com OE de cravo o modelo de regressão indicando foi o cúbico, mas este não ajusta bem os dados pelo R². Já no tratamento com OE de canela o modelo adequado foi o quadrático (Figura 29).

Figura 29. Ajuste do modelo de regressão do Brix do fruto em função das concentrações de óleos essenciais de cravo e canela.



Fonte: autoras, 2024.

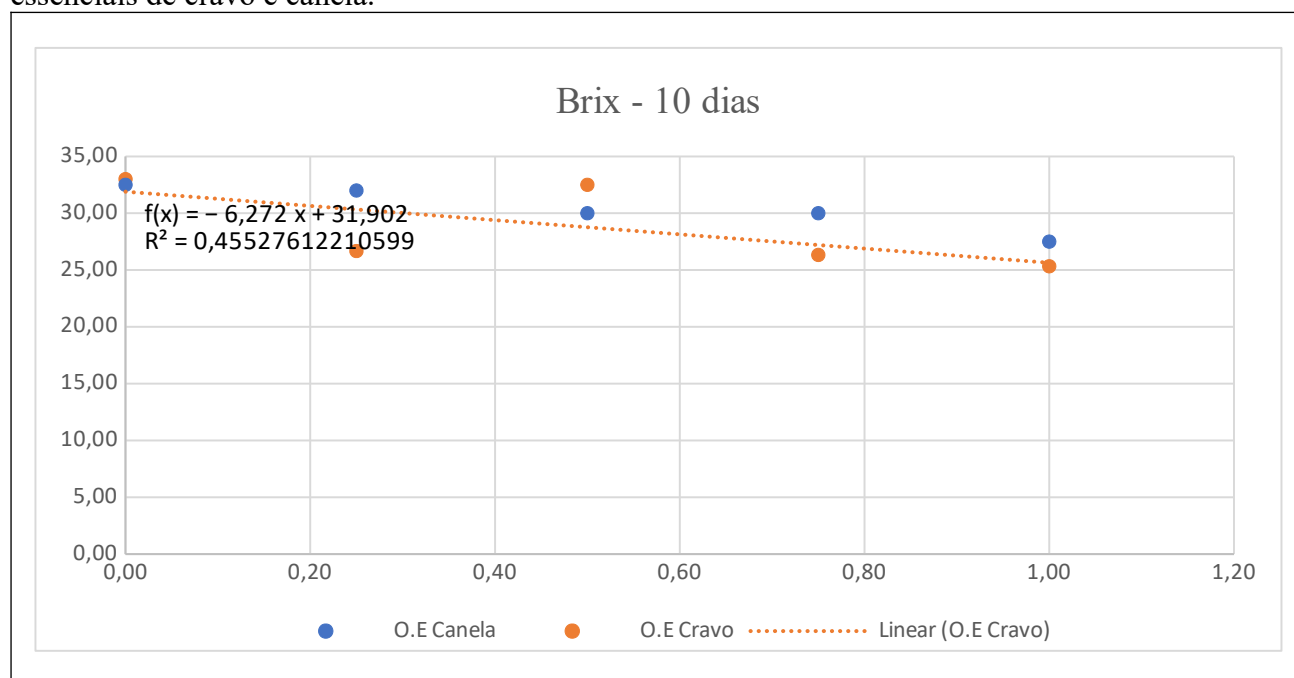
No dia 6, é observado que o modelo de regressão indicando foi o cúbico para ambos os óleos essenciais utilizados, mas este não ajusta bem os dados pelo R² (Figura 30).

Figura 30. Ajuste do modelo de regressão do Brix do fruto em função das concentrações de óleos essenciais de cravo e canela.



Fonte: autoras, 2024.

Figura 31. Ajuste do modelo de regressão do Brix do fruto em função das concentrações de óleos essenciais de cravo e canela.



Fonte: autoras, 2024.

No dia 10, para o tratamento com OE de canela, o modelo de regressão não foi significativo e, em se tratando do óleo essencial de cravo, o modelo linear se adequou ao tratamento obtendo um $R^2=0,4553$.

Tabela 43. Médias do Brix no dia 8, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Tratamentos	OE Canela	OE Cravo
T1(0,00%)	32,50 ^a	33,00 ^a
T2(0,25%)	32,00 ^a	26,67 ^b
T3(0,50%)	30,00 ^a	32,50 ^a
T4(0,75%)	30,00 ^a	26,33 ^a
T5(1,00%)	27,50 ^a	25,33 ^a

Médias com letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística entre si ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoras, 2024

No último dia de pesquisa, de acordo com as observações, o tratamento mais eficaz seria o de OE cravo 1,00% enquanto o menos adequado a este parâmetro foram os tratamentos testemunha de canela 0,00% e o 0,50% de OE de cravo.

Entretanto, com a Análise de Variância, foi verificada a diferença estatística entre as amostras ao nível de 5% de significância e, pelo desdobramento (Tabela 43), apenas a concentração de 0,25% de OE de cravo apresentou diferença estatística entre os óleos essenciais, sendo o mais eficaz devido ao menor valor de Brix.

6. CONCLUSÕES

Em relação aos parâmetros físico-químicos, perda de massa, maturação, acidez titulável, sólidos solúveis totais e pH o óleo essencial de cravo apresentou um melhor efeito sobre as frutas, quando comparado com o óleo de canela.

Enquanto para as diferentes concentrações estudadas (0,00%; 0,25%; 0,50%;0,75% e 1,00%), o óleo essencial de cravo na concentração de 1,00% foi o mais eficaz para os parâmetros já citados. Ainda com base no estudo, as amostras de banana tiveram uma melhor conservação até o dia 04.

Para a incidência da doença e tamanho da lesão nas amostras, não há interferências das diferentes concentrações e óleos essenciais, mostrando uma possível necessidade de aumento da dosagem de óleo essencial.

7. REFERÊNCIAS

AFFONSO, R. S.; RENNÓ, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANÇA, T. C. C. Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo da índia. **Revista Virtual de Química**: Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 146-161, 2012. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/download/254/234/2074>. Acesso em: 29 de abril de 2022.

AFFONSO, R. S.; LESSA, B.; SLANA, G. B. C. A.; BARBOZA, L.L.; ALMEIDA, F. V. de; LIMA, A. L. S.; SOUZA, F. R. de; FRANÇA, T. C. C. Quantificação e caracterização dos principais componentes do extrato etanólico de cravo-da-índia *Syzygium aromaticum* [L] Merr. et

Perry. **Revista Virtual de Química**, V. 6, nº. 5, 2014, p. 1316-1331. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/715/500>. Acesso em: 29 de abril de 2022.

AHMED, Z. F. R.; PALTA, J. P. Postharvest dip treatment with a natural lysophospholipid plus soy lecithin extended the shelf life of banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 113, p. 58–65, 2016.

ALMEIDA, E.I.B.; FERRÃO, G.E.; MARQUES, J.I.; SOUSA, W.S. Perdas pós-colheitas de frutas e hortaliças no Maranhão: estimativas, causas, impactos e soluções. **EDUFMA**. São Luís, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Renato-Dantas-2/publication/344477772_Perdas_Pos-Colheita_de_Frutas_e_Hortalicas/links/5f7b430f299bf1b53e0e723f/Perdas-Pos-Colheita-de-Frutas-e-Hortalicas.pdf. Acesso em: 19 de novembro de 2024.

ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. R.; MALLET, A. C. T. E.; MACHADO, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale* :composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 399-408, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/BwBhC5BshjJswWT3VW4Wfnc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 07 de maio 2022.

ANDRADE, B. F. M.T.; BARBOSA, L. N.; PROBST, I. D.; FERNANDES, A. Antimicrobial activity of essential oils. **J Essent Oil Res**, p. 34-40, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2013.860409>. Acesso em: 28 de abril de 2022.

ANDRADE, M. A. Óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum*, *Cymbopogon nardus* e *Zingiber officinale*: caracterização química, atividade antioxidante e antibacteriana. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, 19th ed. 2012. AOAC,3000p.

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. Arlington: Patrícia Cuniff, 1997.

AQUINO, C.F.; SALOMAO, L.C.C.; AZEVEDO, A.M. Qualidade pos-colheita de banana 'Maçã' tratada com ácido giberelico avaliada por redes neurais artificiais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 824–833, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204x2016000700005>. Acesso em: 12 de abril de 2024.

ARAÚJO, A.C.; TOLEDO, E.D.; SOARES, W.R de O. Produtos alternativos no controle de *colletotrichum spp.* isolados de manga e banana. **Araújo et al Científic@ Multidisciplinary Journal**, v.5 n.3, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/3223/2415>. Acesso em: 14 de novembro de 2024.

ARAÚJO, A. K. P.; ARAÚJO, R. C.; MARTINS, L. P.; MOUSA, M.; MANTOS, M. F.; SOUSA, A. B. B. Bioactive compounds and carbohydrates in the 'Pacovan' banana subjected to coating with carnaúba wax. **Research, Society and Development**, 2020.

BARBETTA, REIS; BORNIA. **Estatística para Cursos de Engenharia e Informática**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BARBOSA, M. S.; VIEIRA, G. H. C.; TEIXEIRA, A. V. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Medicina**, Campinas, v.17, n.2, p.254-261, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/Sjmr6cLY5TDYZ9S9T5VsNmf/?format=html&lang=pt#>. Acesso em: 30 de junho de 2023.

BETTIOL, W. Biopesticide use and research in Brazil. **Outlooks on Pest Management, Saffron Walden**, v.22, n.6, p.280-283, 2011.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B.; PINTO, Z. V. P.; PAULA JÚNIOR, T. J.; CORRÊA, É. B.; MOURA, A. B.; LUCON, C. M. M.; COSTA, J. C. B.; BEZERRA, J. L. Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas - Jaguariúna, SP. **Embrapa Meio Ambiente**, Documentos 88, p.155, 2012.

BISQUERRA, R. SARRIERA, J. C. MARTINEZ, F. **Introdução à estatística**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

BORGES, S. V.; MANCINI, M. C.; CORRÊA, J. L. G.; LEITE, J. B. Drying kinetics of bananas by natural convection: influence of temperature, shape, blanching and cultivar. *Ciência agrotécnica*, Lavras, v. 35, n. 2, p. 368-376, mar./abr., 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/xPgsjG7TSccBKzrwpXgjjZk/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 29 de outubro de 2024.

BORGES, D.I. **Óleos essenciais no comportamento da antracnose pós-colheita de banana 'Prata'**. Tese de Pós-graduação - Universidade Federal de Lavras. Lavras, p.110, 2011. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2148/1/TESE_%C3%93leos%20essenciais%20no%20comportamento%20da%20antracnose%20e%20na%20p%C3%B3s-colheita%20de%20banana%20Prata.pdf. Acesso em: 19 de novembro de 2024.

BORSOI, A.; SANTOS, P. R. R.; TAFFAREL, L. E.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.1, p.86-100, 2014.

BRAGA, S. P.; LUNDGREN, G.A.; MACEDO, S.A.; TAVARES, J.F.; VIEIRA, W.A dos S.; CÂMARA, M.P.S.; SOUZA, E.L. Application of coatings formed by chitosan and mentha essential oils to control anthracnose caused by *Colletotrichum gloesporioides* and *C. brevisporum* in papaya (*Carica papaya* L.) fruit. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 139, p. 631-639, 2019a.

Brasil. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa n°. 37, de 08 de outubro de 2018. Continuação, Anexo II, Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. Diário Oficial da União, 08 de outubro de 2018.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Farmacopeia brasileira. 5ª ed. Brasília: Anvisa, 2v/il. 5ª ed. 852p, 2010.

CAIRES, L. E.; BARBIERI, M. **Volume exportado cai, mas receita cresce no início de 2021**. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/banana-cepea-volumeexportado-cai-mas-receita-cresce-no-inicio-de-2021.aspx>. Acesso em: 01 de março de 2023.

CARBONI, R. C. D. **Complexos de espécies de Colletotrichum associados aos citros e a outras frutíferas no Brasil**. Tese; Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, p.12, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154320/carboni_rcd_dr_jabo_int.pdf?sequence=6&isAllowed=y. Acesso em: 28 de abril de 2022.

CASTRO, D. P.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; SANTOS, N. M.; BALIZA, D. P. Não preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 27-32, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. Lavras: UFLA, 783 p., 2005.

COELHO, A.F.S.; DIAS, M.S. de C.; RODRIGUES, M.L.M.; LEA, P.A.M. Controle pós-colheita da antracnose da banana ‘Prata anã’ tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v.34, n.4, p.1004-1008, 2010.

CONOVER, W. J.; IMAN, R. L. Rank transformations as a bridge between parametric and nonparametric statistics. **American Statistical Association**, [v.35, n.3, p.124-129, 1981](#).

CORDEIRO, Z. L. M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, p. 99-117, 2005.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia, doenças das plantas cultivadas**. Ouro Fino: Editora Agronômica, Ceres Ltda, p. 113-136, 2016.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, n.2, p.240-245, 2011.

COUTO, E. F.; MENEZES, M. Caracterização fisiomorfológica de isolados de *Colletotrichum musae*. **Fitopatologia Brasileira**, Recife, v. 29, p. 406-412, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/8sbcsR96LfctWPhhQpY84LH/?lang=pt>. Acesso em: 29 de abril de 2022.

DME. **Diagnóstico Microbiológicos Especializados**. Edição 2019. Disponível em: <http://www.dme.ind.br/wp-content/uploads/EDI%C3%87%C3%83O-CLSI-2019.pdf>. Acesso em: 22 de abril 2021.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O.; LUCCA FILHO, O. A.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa* spp.), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 1, p. 139-144, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/L7cWLw4CmKfmX9wSbDPCTtB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 de março de 2023.

DUSSAULT, D.; VU, K. D.; LACROIX, M. In vitro evaluation of antimicrobial activities of various commercial essential oils, oleoresin and pure compounds against food pathogens and application in ham. **Meat Science**. 2014;

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Banana para o Estado do Pará**. Versão eletrônica- 2º edição; 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1002115/1/SistemaProducaoBanana.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2022.

FALCÃO, H. A. S.; FONSECA, A. O.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R. Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 1-7, 2017.

FASOLIN, L. H.; ALMEDA, G. C. D.; CASTANHO, P. S.; NETO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 27, p. 524-529, 2007.

FERNANDES, M.B.; MIZOBUTSI, E.H.; SOUSA, I.P.S.; ALEMIDA, L.B.; MATOS, A.D.M.; MOURA, M.M. de A.; Controle da antracnose em banana ‘Prata Anã’ com óleos essenciais. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v.16, n.11, p. 28131-28144, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/376018939_Control_e_da_antracnose_em_banana_%27Prata_Ana%27_com_oleos_essenciais/fulltext/656733e5b1398a779dc6c529/Control_e-da-antracnose-em-banana-Prata-Ana-com-oleos-essenciais.pdf?origin=publication_detail&. Acesso em: 14 de novembro de 2024.

FERNANDES, K. M.; CARVALHO, V. D. de; CAL-VIDAL, J. Physical changes during ripening of silver bananas. *Journal of Food Science*, v. 44, n. 4, p. 1254-1255, 1979.

FIGUEIREDO, A. R.; SILVA, L. R.; MORAIS, L. A. S. Bioatividade do óleo essencial de *Eugenia caryophyllus* sobre *Cladosporium herbarum*, agente etiológico da verrugose em maracujá. **Scientia Plena**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 1-8, 2021. Associação Sergipana de Ciência. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2021.020201>. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222913/1/Bioatividade-do-oleoessencial-de-Eugenia-caryophyllus-sobre.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

FISHER, M. C.; HAWKINS, N. J.; SANGLARD, D.; GURR, S. J.; Worldwide emergence of resistance to antifungal drugs challenges human health and food security. **Science**, v. 360, n. 6390, p. 739–742, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29773744/>. Acesso em: 01 de março de 2023.

FOOD INGREDIENTS BRASIL, **Agentes Antimicrobianos Químicos e Naturais**. nº 15, 2010. Disponível em: www.revista-fi.com. Acesso em: 07 de junho de 2020.

FRANZENER G.; STANGARLIN J.R.; SCHWAN-ESTRADA K.R.F.; CRUZ M.E.S.; Fungitoxic activity and resistance induction in wheat plants against *Bipolaris sorokiniana* by *Artemisia camphorata*. **Acta Scientiarum-Agronomy**, 2003.

GAYOSO, C. W.; LIMA, E. O.; OLIVERA, V. T.; PEREIRA, F. O.; SOUZA, E. L.; LIMA, I. O.; NAVARRO, D. F. Sensitivity of fungi isolated from onychomycosis to *Eugenia caryophyllata* essential oil and eugenol. **Fitoterapia**, v. 76, p. 247–249, 2005.

GUILHERME, E. O.; COSTA, P. F.; MOURÃO, D. S. C.; OSORIO, P. R. A.; FERREIRA, T. P. S.; OLIVEIRA, G. R. A. S.; SANTOS, G. R. Óleos essenciais de plantas medicinais associados a

biofilmes para proteção de frutos de mamoeiro. In: Verruck, S. (Org.). **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Editora Científica, v. 2, p. 305-320, 2020.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-epecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producaoagricola.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 01 de março De 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4. ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

JAYAPRAKASHA, G. K.; RAO, L. J. M.; SAKARIAH, K. K. Volatile constituents from *Cinnamomum zeylanicum* fruit stalks and their antioxidant activities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 51, p. 4344–4348, 2003.

JOSHI, R. K. Chemical disparity in the oil from leaves of *Cinnamomum zeylanicum* Blume. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 34, n. 6, p. 443-449, 2019.

KUMARA, U. M. A.; COSTA, D. M. D. Analysis of differentially expressed gene profiles in a resistant banana cultivar after infection by *Colletotrichum musae*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Sri Lanka, v. 92, p. 88-100, 2015.

LEITE, R.F.; GONÇALVES, J.L.; PETI, A.P.F.; FIGUEIRÓ, F.S.; MORAES, L.A.B.; SANTOS, M.V. Antimicrobial activity of crude extracts from actinomycetes against mastitis pathogens. **Journal of Dairy Science**, p. 10116-10125, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14454>. Acesso em: 14 de novembro de 2024.

LUBBE, A.; VERPOORTE, R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. **Journal Industrial Crops and Products**, v. 34, p.785-801, 2011.

MAIA, T. F. et al. Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.1, p.105-116, 2015.

MANGANY, M. C.; REGNIER, T.; OLIVIER, E. I. Antimicrobial activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* isolates and their biofilms. **South African Journal of Botany**, v. 99, p. 115-121, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629915002549>. Acesso em: 14 de novembro de 2024.

MARJANLO, A.; MOSTOFI, Y.; SHOEIBI, S.H; FATTAHI, M. Effect of cumin essential oil on postharvest decay and some quality factors of strawberry. **Journal of Medicinal Plants**, v.8, p.25-43, 2009.

MORETTIN, P. A; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. São Paulo: Saraiva.

NAZZARO, F.; FRATIANNI, F.; COPPOLA, R.; FEO, V. Essential oils and antifungal activity. **Pharmaceuticals** (Basel, Switzerland). 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ph10040086>. Acesso em: 12 de abril de 2024.

NEGREIROS, R. J. Z.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, O. L.; CECON, P. R.; SIQUEIRA, D. L. DE. Controle da antracnose na pós-colheita de bananas ‘Prata’ com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35.n.1. p. 51-58, 2013.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000100007>. Acesso em: 01 de março de 2023.

OLIVEIRA, E.S.; VIANA, F.M.P.; MARTINS, M.V.V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v.42, n.4, p.340-350, 2016.

OLIVEIRA, G. P.; **Avaliação da produtividade inicial e caracteres agrônômicos de bananeira (Prata anã e BRS Conquista) em função de diferentes níveis de água e adubação**. Dissertação de mestrado em agronomia, Universidade de Brasília, 2015.p.(26). Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19584/1/2015_GustavoPiresdeOliveira.pdf. Acesso em: 02 de março de 2023.

OOTANI, M. A. et al. Utilização de óleos essenciais na agricultura. **Journal of Biotechnology and Biodiversity, Gurupi**, v. 4, n. 2, p.162-175, 2013.

OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; SAUCIER, L.; LACROIX, M. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* 0157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, v. 18, n. 5, p. 414 - 420, 2006.

PAVELA, R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito arvicides: A review. **Journal Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 174-187, 2015.

PBMH & PIF. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas. Normas de classificação de banana. São Paulo: CEAGESP, 2006.

PESSOA, W.R.L.S.; OLIVEIRA, S.M.A. Doenças da banana. In: OLIVEIRA, S.M.A.; TERAPO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 539-553, 2006.

PIMENTEL, R.M.A.; GUIMARÃES, F.N.; SANTOS, V.M.; RESENDE, J.C.F. Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-Anã cultivados no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v.32, n.2, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000047>. Acesso em: 09 de outubro de 2024.

POPIOLSKI, T.M. **Desenvolvimento de nanopartículas contendo óleos essenciais antibacterianos para adsorção em fibras têxteis**. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - Sc, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174698/344805.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de maio 2022.

PRILL, M. A. D. S.; NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; CHAGAS, E. A.; Atmosfera modificada e controle de etileno para bananas ‘Prata-Anã’ cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2012.

PRILL, M. A. D. S.; NEVES, L. C.; SILVA, S.; GRIGIO, M.L.; CHAGAS, E.A.; CAMPOS, A.J. Climatização de bananas ‘Prata-Anã’: métodos e tempos para o desverdecimento após o armazenamento refrigerado. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 2, p.134-142, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i2.500>. Acesso em: 19 de novembro de 2024.

RABÊLO, W. F. Caracterização química, toxicidade e avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial do cravo da índia (*Syzygium aromaticum*). 79 p, 2010. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, São Luís, 2010. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/911>. Acesso em: 29 de abril de 2022.

RAMOS, K.; ANDREANI JUNIOR, R.; KOZUSNY- ANDREANI, D.I. Óleos essenciais e vegetais no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.18, n.2, supl. I, p.605-612, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_192. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

RANASINGHE, L.S.; JAYAWARDENA, B.; ABEYWICKRAMA, K.; An integrated strategy to control post-harvest decay of Embul banana by combinig essential oils with modified atmosphere pack-aging. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.40, n.1, p.97-103, 2005.

RIVERO, J.; LUZARDO, O.P.; HENRÍQUEZ-HERNÁNDEZ, L.A.; MACHÍN, R.P.; PESTANO, J.; ZUMBADO, M.; BOADA, L.D.; CAMACHO, M.; VALERÓN, V.F.; In vitro evaluation of oestrogenic/Androgenic Activity of the Serum Organochlorine Pesticide Mixtures Previously Described in a Breast Cancer Case–Control Study. **Science of The Total Environment**, v. 537, p. 197–202, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26282753/>. Acesso em: 01 de março de 2023.

ROCHA, R.P. **Avaliação pós-colheita de mamão papaya cv. Golden tratado com Calda bordalesa e Óleo essencial de cravo (*Syzygium aromaticum*)**. 72 p. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias de Alimentos) Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Seropédica - RJ.

RODRIGUES, D.; BOSSI, M.; DRANKA, B.; GONÇALVES, L.; TOSETTO, M.; TOMELIN, D.; SILVA, A. Aplicação de óleos essenciais no controle alternativo da antracnose no Brasil. **Metodologias e Aprendizado**, Blumenau, v.4, p33-40, 2021.

RODRIGUES, M.L.M.; MIZOBUTSI, E.H.; AGUIAR, F.S.; PINHEIRO, M.S.; LAGE, G.G.A.; MIZOBUTSI, G.P.; Response of ‘Prata-anã’ banana to post-harvest phosphite application. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2022, v. 44, n. 2. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/V769YnxnqFMfLYzKLFRs7tx/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 27 de abril de 2022.

ROSSIGNOLI, P. A. Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de bananas “Prata” em condições ambiente. 1983. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras, 1983. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/36314>. Acesso em: 09 de outubro de 2024.

SACCHETTI, G.; MAIETTI, S.; MUZZOLI, M.; SCAGLIANT, M.; MANFREDINI, S.; RADICE, M.; BRUNI, R. Comparative evaluation of 11 essential oils of diferent origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, Oxford, v. 91, n. 4, p. 621-632, 2005.

SANTANA JUNIOR, E.B.; COELHO, E.F.; GONÇALVES, K.S.; CRUZ, J.L. Physiological and vegetative behavior of banana cultivars under irrigation water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.24, n.2, p.82-88, 2020.

SANTOS, A.E.O.D.; GRAVINA, G.D.A.; BERBER, T.P.A.; ASSIS, J.S.D.; BATISTA, P.F.; SANTOS, O.O.D. Efeito do tratamento hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.140-146, 2011. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v6i1a756/1114>. Acesso em: 29 de outubro de 2024.

SANTOS, B. J. R.; REIS, R. C.; ALMEIDA, J. M.; BATISTA, D. V. S.; SASAKI, F. F. C. Efeito do óleo essencial de cravo-da-índia e do revestimento à base de fécula de mandioca no controle da antracnose e nas características físico-químicas do mamão. 12ª Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/206267/1/Efeito-do-oleo-essencial-de-cravo-da-india-e-do-revestimento-a-base-de-fecula-de.pdf>. Acesso em: 14 de novembro de 2024.

SARAIVA, L. de A.; CASTELAN, F. P.; SHITAKUBO, R.; HASSIMOTO, N. M. A.; PURGATO, E.; CHILLET, M.; CORDENUNSI, B. R. Black leaf streak disease affects starch metabolism in 36 banana fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, n. 61, p. 5582–5589, 2013.

SERPA, M.F.P.; CASTRICINI, A.; MITSUBUZI, G.P.; MARTINS, R.N.; BATISTA, M.F.; ALMEIDA, T.H. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, v. 61, n.6, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461060013>. Acesso em: 19 de novembro de 2024.

SHARMA, G.; SHENOY, B. D. Colletotrichum systematics: Past, present and prospects. **Mycosphere**, v. 7, n. 8, p. 1093 - 1102, 2016.

SILVA, I.L.S.S.; RESENDE, M.L.V.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; COSTA, J.C.B.; CAMILO, F.R.J.C.B.; SALGADO, S.M.L. Efeito de nutrientes combinados com indutores de resistência na proteção contra a vassoura-de-bruxa no cacauero. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.61-67, 2008.

SILVA, J.L.; TEIXEIRA, R.N.V.; SANTOS, D.I.P.; PESSOA, J.O.; Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatógenos. **Revista Verde**, Mossoró. ISSN: 1981-8203, 2012.

SILVA, S. de O. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 30-38. 2000.

SILVA, L.E.P.; FERREIRA, N.L.B.; SANTOS, V.G.; COSTA, G.A.; FERNANDES, L.F. Características de qualidade de bananas cv. BRS Vitória em elevada maturação cultivadas em Bananeiras-PB. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6854>. Acesso em: 19 de novembro de 2024.

SILVA, L. M. E.; BARBOSA, M.G.; FERNANDES, M.B.; RIBEIRO, R.C.F.; MIZOBUTSI, E.H. Temporal progress and control of anthracnose on banana in semiarid in the north of Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 81–91, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-299/14>. Acesso em: 19 de novembro de 2024.

SILVA L.S.; MEDEIROS, T.R.; SILVA A.P.R.; DAVID, G.Q.; MOYA, W.P.; SORATO, A.M.C. Controle alternativo do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* com óleos essenciais. **Cadernos de Agroecologia**, Vol. 13, Nº 1, 2018. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/1347/1756>. Acesso em: 29 de outubro de 2024.

SILVA, R.S.C.; NEVES, L.C.; MELO FILHO, A.A.; SCHURT, D.A.; LEÃO, P.M.R. Desempenho de óleos essenciais de manjerição e melaleuca, com potencial controle da antracnose na pós-colheita da banana prata. **Dracena**, v.52, 2024. Disponível em: <https://cientifica.dracena.unesp.br/index.php/cientifica/article/view/1409/2601>. Acesso em: 29 de outubro de 2024.

SIMON, J.M.; NARDI, F.S.; JARDINETTI, V. A.; CORREIA, A.G.G.R.; FAFARÃO, J.B.B.; CRUZ, M.E.S.; SCWANESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.J.S. **Tratamento de banana nanica com óleos essenciais em pós-colheita**. In: Anais do XX EAIC – 20 a 22 de outubro de 2011, UEPG, Ponta Grossa –PR. ISSN:1676-0018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326690506_Tratamento_de_banana_nanica_com_oleos_essenciais_em_pos-colheita?enrichId=rgreq-a95b8f3ee7d256aa2306660b18a10699-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMyNjY5MDUwNjBUzo2NTQxMzQ1NTg1OTcxMjJAMTUzMjk2OTI0MDU0OQ%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf. Acesso em 19 de novembro de 2024.

SIVAKUMAR, D.; BAUTISTA-BAÑOS, S. A Review on the Use of Essential Oils for Postharvest Decay Control and Maintenance of Fruit Quality during Storage. **Crop Protection**, v. 64, p. 27–37, 2014.

SOFIA, P. K.; PRASAD, R.; VIJAY, V. K.; SRIVASTAVA, A. K. Evaluation of antibacterial activity of Indian spices against common food-borne pathogens. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 42, p. 910–915, 2007.

SOUSA, R. M. S.; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Revista Summa Phytopathol.** Botucatu, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052012000100007>. Acesso em: 29 de outubro de 2024.

SOUSA, S. de F.; FEITOSA, R.M.; FIGUEIREDO, R.M.F. de. Aplicação de diferentes revestimentos na conservação pós-colheita da banana cv. Prata. *Nativa*, Sinop, v. 6, n. 6, p. 563-568, 2018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/5583/4915>. Acesso em: 01 de março de 2023.

TEODORO, R.A.R. Microencapsulação do óleo essencial de cravo-daíndia (*Caryophyllus aromaticus* L.) por secagem por atomização. 2016. 104 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras - Mg, 2016. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10990/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Microencapsula%C3%A7%C3%A3o%20do%C3%B3leo%20essencial%20de%20cravo-da-%C3%ADndia%20%28L.%29%20%20por%20secagem%20por%20atomiza%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 05 de maio de 2022.

TURINA, A. del V.; NOLA, M.V.; ZYGADLO, J.A.; PERILLO, M.A. Natural terpenes: Self-assembly and membrane partitioning. **Biophysical Chemistry**, v. 122, Issue 2, p. 101-113, 2006.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301462206000561?via%3Dihub>. Acesso em: 19 de novembro de 2024.

VIEIRA, L. M. Banana. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina - 2010-2011**. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Informativos/Banana/Banana_sintese_2011.pdf. Acesso em: 01 de março de 2023.

VIEIRA, W. A.S.; LIMA, W.G.; NASCIMENTOS, E.S.; MICHEREFF, S. L.; REIS, A.; DOYLE, V.P.; CÂMARA, M.P.S. Thiophanate-methyl resistance and fitness components of *Colletotrichum musae* isolates from banana in Brazil. **Plant Disease**, v. 101, n. 9, p. 1659– 1665, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30677331/>. Acesso em: 01 de março de 2023.

VILELA, E.S.D.; TERAPO, D.; QUEIROZ, S.C.N.; SILVA, A.M.; MAIA, A.H.N.; FRACAROLLI, J.N.; DORTA, C.; SANTOS, L.S.; Essential oils on the control of fungi causing postharvest diseases in mango. **Brazilian Journal of Microbiology**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42770-023-01237-2>. Acesso em 10 de abril de 2024.

VON LOESECKE, H. Bananas. 2nd ed. New York: InterScience, 1950.

APÊNDICE A- Incidência da doença

Tabela A.1. Medidas descritivas de incidência da doença do fruto **no dia 0** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	0	0	0	0
	1º quartil	0	0	0	0	0
	Mediana	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0
	3º quartil	0	0	0	0	0
	Máximo	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	0	0	0	0	0
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Canela	Mínimo	0	0	0	0	0
	1º quartil	0	0	0	0	0
	Mediana	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0
	3º quartil	0	0	0	0	0
	Máximo	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	0	0	0	0	0
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

No dia 0 não a medidas para o parâmetro incidência da doença, portanto não é possível calcular a sua variância, então não é possível calcular a ANOVA.

Tabela A.2. Medidas descritivas da incidência da doença do fruto **no dia 2** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	0	0	0	0
	1º quartil	0	0	0	0	0
	Mediana	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0
	3º quartil	0	0	0	0	0
	Máximo	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	0	0	0	0	0
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Canela	Mínimo	0	0	0	0	0
	1º quartil	0	0	0	0	0
	Mediana	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0
	3º quartil	0	0	0	0	0
	Máximo	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	0	0	0	0	0
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

As medidas para o parâmetro incidência da doença não estão apresentadas do dia 2; portanto, é impossível calcular sua variância e, por consequência, não é possível calcular a ANOVA.

Tabela A.3. Medidas descritivas da incidência da doença do fruto **no dia 4** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	33,33	0,00	0,00	0,00
	1º quartil	0	33,33	0,00	16,66	0,00
	Mediana	0	33,33	0,00	33,33	0,00
	Média	0	44,44	11,11	22,22	11,11
	3º quartil	0	49,99	16,66	33,33	16,66
	Máximo	0	66,66	33,33	33,33	33,33
	Desvio Padrão	0,00	19,24	19,24	19,24	19,24
	CV	NaN	43,30	173,21	86,60	173,21
Canela	Mínimo	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	1º quartil	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mediana	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Média	0	11,11	11,11	11,11	11,11
	3º quartil	0	16,66	16,66	16,66	16,66
	Máximo	0	33,33	33,33	33,33	33,33
	Desvio Padrão	0,00	19,24	19,24	19,24	19,24
	CV	NaN	173,21	173,21	173,21	173,21

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

No dia 4 os tratamentos testemunha para ambos óleos essenciais não existem variância, então não se pode calcular a ANOVA.

Tabela A4. Medidas descritivas da incidência da doença do fruto **no dia 6** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	33,33	0,000	33,33	0
	1º quartil	0	33,33	8,332	33,33	0
	Mediana	0	33,33	16,67	33,33	0
	Média	0	44,44	16,67	33,33	11,11
	3º quartil	0	49,99	25,00	33,33	16,66
	Máximo	0	66,66	33,33	33,33	33,33
	Desvio Padrão	0,00	19,24	23,57	0,00	19,24
	CV	NaN	43,30	141,42	0,00	173,21
Canela	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
	1º quartil	16,66	16,66	0,00	0,00	8,332
	Mediana	33,33	33,33	0,00	0,00	16,67
	Média	22,22	22,22	11,11	11,11	16,67
	3º quartil	33,33	33,33	16,66	16,66	25,00
	Máximo	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33
	Desvio Padrão	19,24	19,24	19,24	19,24	23,57
	CV	86,60	86,60	173,21	173,21	141,42

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

No dia 6 os frutos com tratamento 0,00 não apresentavam incidência da doença, não havendo quantificação de dados, portanto não foi possível calcular a variância e por consequência a ANOVA.

Tabela A.5. Medidas descritivas da incidência da doença do fruto **no dia 8** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	33,33	33,33	0,00	33,33	33,33
	1º quartil	49,99	49,99	8,33	33,33	33,33
	Mediana	66,66	66,66	16,67	33,33	33,33
	Média	55,55	66,66	16,67	55,55	55,55
	3º quartil	66,66	83,33	25,00	66,67	66,67
	Máximo	66,66	100,00	33,33	100,00	100,00
	Desvio Padrão	19,24	33,34	23,57	38,49	38,49
	CV	34,64	50,01	141,42	69,29	69,29
Canela	Mínimo	33,33	33,33	0,00	0,00	33,33
	1º quartil	33,33	66,66	0,00	8,33	33,33
	Mediana	66,66	66,66	0,00	33,33	33,33
	Média	53,33	73,33	8,33	33,33	53,33
	3º quartil	66,66	100,00	8,33	33,33	66,66
	Máximo	66,66	100,00	33,33	100,00	100,00
	Desvio Padrão	33,33	33,33	0,00	0,00	33,33
	CV	33,33	66,66	0,00	8,33	33,33

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela A.6. Medidas descritivas da incidência da doença do fruto **no dia 10** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	66,66	66,66	33,33	66,66	66,66
	1º quartil	83,33	83,33	41,66	66,66	83,33
	Mediana	100,00	100,00	49,99	66,66	100,00
	Média	88,89	88,89	49,99	77,77	88,89
	3º quartil	100,00	100,00	58,33	83,33	100,00
	Máximo	100,00	100,00	66,66	100,00	100,00
	Desvio Padrão	19,25	19,25	19,25	19,25	19,25
	CV	21,66	21,66	47,14	24,75	21,66
Canela	Mínimo	66,66	100	33,33	33,33	100
	1º quartil	75,00	100	33,33	33,33	100
	Mediana	83,33	100	33,33	33,33	100
	Média	83,33	100	33,33	44,44	100
	3º quartil	91,67	100	33,33	49,99	100
	Máximo	100,00	100	33,33	66,66	100
	Desvio Padrão	23,58	0,00	0,00	19,24	0,00
	CV	28,29	0,00	0,00	43,30	0,00

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE B- Tamanho da lesão

Tabela B.1. Medidas descritivas do tamanho da lesão do fruto **no dia 0** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	0	0	0	0
	1º quartil	0	0	0	0	0
	Mediana	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0
	3º quartil	0	0	0	0	0
	Máximo	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	0	0	0	0	0
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Canela	Mínimo	0	0	0	0	0
	1º quartil	0	0	0	0	0
	Mediana	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0
	3º quartil	0	0	0	0	0
	Máximo	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	0	0	0	0	0
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

No dia 0, a variância do fator tamanho da lesão não existe, o que impede calcular a ANOVA.

Tabela B.2. Medidas descritivas do tamanho da lesão do fruto **no dia 2** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	0	0	0	0
	1º quartil	0	0	0	0	0
	Mediana	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0
	3º quartil	0	0	0	0	0
	Máximo	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Canela	Mínimo	0	0	0	0	0
	1º quartil	0	0	0	0	0
	Mediana	0	0	0	0	0
	Média	0	0	0	0	0
	3º quartil	0	0	0	0	0
	Máximo	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
--	----	-----	-----	-----	-----	-----

Fonte: autoras 2024. CV = coeficiente de variação.

O fator tamanho da lesão não tem variância no dia 0, por ainda não apresentarem sintomas da doença antracnose nos frutos, o que impede calcular a ANOVA.

Tabela B3. Medidas descritivas do tamanho da lesão do fruto **no dia 4** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	0,1	0,00	0,00	0,00
	1º quartil	0	0,1	0,00	0,02	0,00
	Mediana	0	0,1	0,00	0,03	0,00
	Média	0	0,1	0,02	0,07	0,04
	3º quartil	0	0,1	0,03	0,11	0,06
	Máximo	0	0,1	0,06	0,18	0,12
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,04	0,10	0,07
	CV	NaN	0,00	173,21	137,77	173,21
Canela	Mínimo	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	1º quartil	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mediana	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Média	0	0,03	2,08	0,02	0,03
	3º quartil	0	0,05	3,12	0,03	0,05
	Máximo	0	0,10	6,23	0,05	0,10
	Desvio Padrão	0,00	0,06	3,60	0,03	0,06
	CV	NaN	173,21	173,21	173,21	173,21

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

No tratamento testemunha para ambos óleos essenciais não foi possível calcular a ANOVA por não ter uma variância para estes tratamentos.

Tabela B.4. Medidas descritivas do tamanho da lesão do fruto **no dia 6** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0	0,10	0,00	0,03	0,00
	1º quartil	0	0,10	0,33	0,11	0,00
	Mediana	0	0,10	0,66	0,18	0,00
	Média	0	3,13	0,66	0,14	0,04
	3º quartil	0	4,65	0,99	0,20	0,06
	Máximo	0	9,20	1,32	0,21	0,12
	Desvio Padrão	0,00	5,25	0,93	0,10	0,07
	CV	NaN	167,6773	141,4214	68,88	173,21
Canela	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1º quartil	8,25	0,06	0,00	0,00	0,06
	Mediana	16,50	0,12	0,00	0,00	0,13
	Média	63,93	3,11	39,67	0,02	0,13
	3º quartil	95,90	4,66	59,50	0,03	0,19
	Máximo	175,30	9,20	119,00	0,05	0,25
	Desvio Padrão	96,80	5,28	68,71	0,03	0,18
	CV	151,41	169,87	173,21	173,21	141,42

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

No dia 6 o tratamento testemunha de cravo ainda não tinha sinais da doença, sendo assim não houve variância e não foi possível calcular a anova para este tratamento neste dia.

Tabela B.5. Medidas descritivas do tamanho da lesão do fruto **no dia 8** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	2,76	0,18	0,00	0,18	0,10
	1º quartil	3,31	0,20	0,75	58,59	3,65
	Mediana	3,85	0,21	1,50	117,00	7,20
	Média	3,80	181,46	1,50	98,60	54,10
	3º quartil	4,32	272,11	2,25	147,81	81,10
	Máximo	4,78	544,00	3,00	178,61	155,00
	Desvio Padrão	1,01	313,97	2,12	90,63	87,45
	CV	26,63	173,02	141,42	91,92	161,65
Canela	Mínimo	2,76	0,18	0,00	0,00	0,1
	1º quartil	2,76	0,21	0,00	0,02	7,2
	Mediana	3,85	12,70	0,00	0,13	7,2
	Média	33,63	220,22	0,75	49,31	123,6
	3º quartil	4,78	544,00	0,75	87,80	155,0
	Máximo	154,00	544,00	3,00	178,61	448,3
	Desvio Padrão	67,29	295,62	1,50	78,74	192,85
	CV	200,10	134,24	200,00	159,69	156,08

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela B.6. Medidas descritivas do tamanho da lesão do fruto **no dia 10** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	3,29	0,29	0,68	0,36	0,35
	1º quartil	4,02	0,39	2,26	115,68	56,67
	Mediana	4,75	0,48	3,84	231,00	113,00
	Média	4,35	226,26	3,84	343,79	115,78
	3º quartil	4,89	339,24	5,42	515,50	173,50
	Máximo	5,02	678,00	7,00	800,00	234,00
	Desvio Padrão	0,93	391,22	4,47	411,58	116,85
	CV	21,38	172,91	116,38	119,72	100,92
Canela	Mínimo	3,29	98	0,68	0,68	113
	1º quartil	49,22	243	25,01	0,78	247
	Mediana	95,14	388	49,34	0,87	381
	Média	95,14	388	49,34	15,82	381
	3º quartil	141,07	533	73,67	23,39	515
	Máximo	187,00	678	98,00	45,90	649
	Desvio Padrão	129,90	410,12	68,82	26,05	379,01
	CV	136,53	105,70	139,47	164,72	99,48

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela B.7: Análise de variância (ANOVA) para avaliar o tamanho da lesão realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações), ao nível de 5% de significância.

Dia	Fonte de Variação	gl	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
Dia 01	Óleo	1	0,00	0,00	NaN	NaN
	Concentração	4	0,00	0,00	NaN	NaN
	Óleo x Concentração	4	0,00	0,00	NaN	NaN
	Resíduos	20	0,00	0,00		
	Total	29	0,00	0,00	NaN	NaN
Dia 2	Óleo	1	0,00	0,00	NaN	NaN
	Concentração	4	0,00	0,00	NaN	NaN
	Óleo x Concentração	4	0,00	0,00	NaN	NaN
	Resíduos	20	0,00	0,00		
	Total	29	0,00	0,00	NaN	NaN
Dia 4	Óleo	1	1,117	1,12	0,862	0,36 ^{ns}
	Concentração	4	4,93	1,23	0,95	0,46 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	5,24	1,31	1,01	0,43 ^{ns}
	Resíduos	20	25,92	1,30		
	Total	29	37,20	1,28		
Dia 6	Óleo	1	134,65	134,65	0,44	0,52 ^{ns}
	Concentração	4	1915,89	478,97	1,55	0,23 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	2134,84	533,71	1,73	0,19 ^{ns}
	Resíduos	18	5554,45	308,58	-	-
	Total	27				
Dia 8	Óleo	1	14411,49	14411,49	0,45	0,51 ^{ns}
	Concentração	4	159419,51	39854,88	1,25	0,33 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	57208,59	14302,15	0,45	0,77 ^{ns}
	Resíduos	15	478740,10	31916,01	-	-
	Total	24				
Dia 10	Óleo	1	13285,79	13285,79	0,20	0,66 ^{ns}
	Concentração	4	271873,01	67968,25	1,01	0,43 ^{ns}
	Óleo x Concentração	4	284097,71	71024,43	1,06	0,41 ^{ns}
	Resíduos	15	1007046,68	67136,45	-	-
	Total	24				

Fonte: autoras, 2024.

* *p*-valor < 0.05, há diferença entre as médias.

APÊNDICE C – Perda de massa do fruto

Tabela C.1. Medidas descritivas da perda de massa do fruto **no dia 0** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1º quartil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Média	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3º quartil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Máximo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Canela	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1º quartil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Média	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3º quartil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Máximo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CV	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Medidas descritivas que não possuem coeficiente de variação não podem passar por Análise de Variância (ANOVA).

Tabela C.2. Medidas descritivas da perda de massa do fruto **no dia 2** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	10,32	2,86	2,86	1,76	1,76
	1º quartil	11,52	3,31	3,27	1,94	1,77
	Mediana	12,71	3,76	3,68	2,12	1,78
	Média	12,05	3,79	3,58	3,18	1,91
	3º quartil	12,91	4,26	3,95	3,89	1,99
	Máximo	13,12	4,75	4,21	5,66	2,19
	Desvio Padrão	1,51	0,95	0,68	2,16	0,24
	CV	12,55	24,94	18,98	67,78	12,71
Canela	Mínimo	5,67	2,94	3,47	2,68	4,31
	1º quartil	6,67	8,20	5,80	3,91	6,71
	Mediana	7,67	13,46	8,12	5,13	9,11
	Média	8,93	10,21	6,76	5,31	10,29
	3º quartil	10,56	13,85	8,41	6,63	13,28
	Máximo	13,45	14,24	8,70	8,12	17,45
	Desvio Padrão	4,04	6,31	2,87	2,73	6,65
	CV	45,24	61,79	42,39	51,31	64,62

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela C.3. Medidas descritivas da perda de massa do fruto **no dia 4** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	17,65	3,71	3,67	3,06	2,54
	1º quartil	20,00	4,59	5,36	3,18	3,40
	Mediana	22,34	5,47	7,05	3,29	4,26
	Média	21,43	5,47	6,47	4,11	3,77
	3º quartil	23,32	6,35	7,88	4,64	4,39
	Máximo	24,29	7,22	8,70	5,98	4,52
	Desvio Padrão	3,41	1,76	2,56	1,62	1,08
	CV	15,93	32,10	39,61	39,50	28,52
Canela	Mínimo	11,13	9,27	12,54	8,65	6,93
	1º quartil	13,67	13,18	12,99	8,70	9,64
	Mediana	16,21	17,08	13,45	8,74	12,35
	Média	16,08	14,86	13,37	10,28	16,65
	3º quartil	18,55	17,65	13,79	11,10	21,51
	Máximo	20,89	18,22	14,12	13,45	30,67
	Desvio Padrão	4,88	4,87	0,79	2,75	12,44
	CV	30,36	32,79	5,93	26,71	74,72

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela C.4. Medidas descritivas da perda de massa do fruto **no dia 6** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	34,70	8,43	11,45	6,34	7,69
	1º quartil	35,70	8,55	11,89	6,88	8,01
	Mediana	36,71	8,66	12,34	7,41	8,32
	Média	36,18	9,58	12,34	7,37	8,24
	3º quartil	36,92	10,15	12,79	7,88	8,52
	Máximo	37,13	11,64	13,23	8,35	8,71
	Desvio Padrão	1,30	1,79	1,26	1,01	0,51
	CV	3,59	18,70	10,20	13,65	6,25
Canela	Mínimo	38,41	25,37	20,19	16,23	9,36
	1º quartil	39,38	25,75	20,51	16,28	11,10
	Mediana	40,34	26,13	20,83	16,33	12,84
	Média	41,47	25,94	22,89	17,80	12,84
	3º quartil	43,01	26,22	24,24	18,58	14,57
	Máximo	45,67	26,31	27,65	20,83	16,31
	Desvio Padrão	3,76	0,50	4,14	2,63	4,91
	CV	9,07	1,92	18,06	14,76	38,29

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela C.5. Medidas descritivas da perda de massa do fruto **no dia 8** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	40,56	12,31	20,91	11,76	11,45
	1º quartil	43,39	13,14	21,35	12,99	12,99
	Mediana	46,22	13,98	21,79	14,23	14,53
	Média	44,89	14,39	21,79	13,51	13,57
	3º quartil	47,05	15,43	22,22	14,39	14,63
	Máximo	47,89	16,88	22,66	14,55	14,73
	Desvio Padrão	3,84	2,31	1,24	1,53	1,84
	CV	8,56	16,07	5,68	11,30	13,55
Canela	Mínimo	40,56	12,31	20,91	11,76	11,45
	1º quartil	46,22	13,98	22,22	14,31	14,53
	Mediana	47,89	16,88	26,15	16,66	14,73
	Média	47,81	21,75	26,06	18,70	15,38
	3º quartil	50,83	32,11	29,98	21,12	17,64
	Máximo	53,55	33,46	31,02	31,02	18,57
	Desvio Padrão	4,93	10,22	5,02	7,04	2,82
	CV	10,31	46,99	19,25	37,61	18,35

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela C.6. Medidas descritivas da perda de massa do fruto **no dia 10** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	58,90	32,21	31,54	27,89	28,47
	1º quartil	59,05	32,31	31,82	28,23	29,68
	Mediana	59,21	32,41	32,09	28,56	30,89
	Média	59,62	32,50	32,09	28,43	30,20
	3º quartil	59,98	32,65	32,37	28,70	31,07
	Máximo	60,76	32,88	32,64	28,83	31,25
	Desvio Padrão	1,00	0,34	0,78	0,48	1,51
	CV	1,67	1,06	2,42	1,70	5,01
Canela	Mínimo	62,41	40,57	48,37	34,42	31,22
	1º quartil	62,46	40,78	48,93	35,05	31,36
	Mediana	62,51	40,99	49,49	35,67	31,50
	Média	62,51	40,99	49,49	39,49	31,50
	3º quartil	62,56	41,20	50,05	42,02	31,64
	Máximo	62,61	41,41	50,61	48,37	31,78
	Desvio Padrão	0,14	0,59	1,58	7,72	0,40
	CV	0,22	1,45	3,20	19,55	1,26

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela C.7. ANOVA considerando o desdobramento da interação, óleo essencial dentro de cada concentração, para os dias 4, 6 e 8.

Dia	Fator de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 4	Concentração	4	460,47	115,12	4,89	0,0065
	Óleo: Concentração 0,00	1	42,93	42,93	1,82	0,1921 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,25	1	132,26	132,26	5,61	0,0280*
	Óleo: Concentração 0,50	1	71,35	71,35	3,03	0,0972 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,75	1	57,10	57,10	2,42	0,1352 ^{ns}
	Óleo: Concentração 1,00	1	248,71	248,71	10,56	0,0040*
	Resíduos	20	471,18	23,56		
	Total	29	1484,00			
Dia 6	Concentração	4	2988,06	747,02	117,08	0
	Óleo: Concentração 0,00	1	42,03	42,03	6,59	0,0194*
	Óleo: Concentração 0,25	1	401,47	401,47	62,92	0*
	Óleo: Concentração 0,50	1	133,56	133,56	20,93	2e-04*
	Óleo: Concentração 0,75	1	163,18	163,18	25,57	1e-04*
	Óleo: Concentração 1,00	1	25,34	25,34	3,97	0,0617 ^{ns}
	Resíduos	18	114,85	6,38		
	Total	27	3868,49			
Dia 8	Concentração	4	3348,47	837,12	89,54	0
	Óleo: Concentração 0,00	1	63,95	63,95	6,84	0,0195*
	Óleo: Concentração 0,25	1	406,05	406,05	43,43	0*
	Óleo: Concentração 0,50	1	73,02	73,02	7,81	0,0136*
	Óleo: Concentração 0,75	1	161,72	161,72	17,30	8e-04*
	Óleo: Concentração 1,00	1	24,68	24,68	2,64	0,125 ^{ns}
	Resíduos	15	140,27	9,35		
	Total	24	4218,12			

Fonte: autoras, 2024.

*p-valor < 0,05, há diferença entre as médias ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

Tabela C.8. ANOVA considerando o desdobramento da interação, concentração dentro de cada óleo essencial, para os dias 4, 6 e 8.

Dia	Fator de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 4	Óleo essencial (OE)	1	269,70	269,70	11,45	0,003
	Concentração: OE canela	4	78,00	19,50	0,83	0,523 ^{ns}
	Concentração: OE cravo	4	665,12	166,28	7,06	0,001*
	Resíduos	20	471,18	23,56	-	-
	Total	29	1484,00	-	-	-
Dia 6	Óleo essencial (OE)	1	637,04	637,04	99,84	0,000*
	Concentração: OE canela	4	1281,74	320,43	50,22	0,000*
	Concentração: OE cravo	4	1759,95	439,99	68,96	0,000*
	Resíduos	18	114,85	6,38	-	
	Total	27	3868,49	-	-	
Dia 8	Óleo essencial (OE)	1	597,98	597,98	63,96	0,000*
	Concentração: OE canela	4	1388,67	347,17	37,13	0,000*
	Concentração: OE cravo	4	2172,91	543,23	58,11	0,000*
	Resíduos	15	140,24	9,35	-	-
	Total	24	4218,13	-	-	-

Fonte: autoras, 2024.

*p-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

Tabela C.9. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial.

Dia	FV	Modelo	gl	SQ	QM	F	p-valor	R ²
Dia 4	OE							
	Concentração: OE cravo	Linear	1	403,26	403,26	17,12	0,000	0,6063
		Quadrático	1	166,52	166,52	7,07	0,015*	0,8567
		Cúbico	1	66,96	66,96	2,84	0,107	0,9573
Dia 6	Concentração: OE cravo	Linear	1	1.012,33	1.012,33	158,66	0,000	0,5752
		Quadrático	1	494,08	494,08	77,43	0,000	0,8559
		Cúbico	2	253,54	126,77	19,87	3e-05*	0,9502
	Concentração: OE canela	Linear	1	1.149,50	1.149,50	180,16	0,000	0,8968
		Quadrático	1	75,86	75,86	11,89	0,003	0,9560
		Cúbico	1	44,49	44,49	6,97	0,017*	0,9907
Dia 8	Concentração: OE cravo	Linear	1	1.210,31	1.210,31	129,46	0,000	0,5570
		Quadrático	1	495,29	495,29	52,98	0,000	0,7849
		Cúbico	1	262,26	262,26	28,05	9e-05*	0,9056
	Concentração: OE canela	Linear	1	1.239,60	1.239,60	132,59	0,000	0,8927
		Quadrático	1	74,49	74,49	7,97	0,013	0,9463
		Cúbico	1	542,39	54,39	5,82	0,029*	0,9855

Fonte: autora, 2024. FV = fonte de variação.

Tabela C.10. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial.

Dia	FV	Modelo	gl	SQ	QM	F	p-valor	R ²
Dia 10	OE							
	Concentração	Linear	1	697,00	697,00	18,57	0,000*	0,7620
		Quadrático	1	2,86	2,86	0,08	0,785	0,7651
		Cúbico	1	0,60	0,60	0,02	0,901	0,7657

Fonte: autoras, 2024.

APÊNDICE D – Maturação

Tabela D.1. Medidas descritivas de maturação do fruto **no dia 0** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	1º quartil	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Média	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	3º quartil	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Máximo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Canela	Mínimo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	1º quartil	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Média	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	3º quartil	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Máximo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela D.2. Medidas descritivas da maturação do fruto **no dia 2** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	1º quartil	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Média	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	3º quartil	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Máximo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Canela	Mínimo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	1º quartil	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Média	2,00	2,00	2,33	2,00	2,33
	3º quartil	2,00	2,00	2,50	2,00	2,50
	Máximo	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,58	0,00	0,58
	CV	0,00	0,00	24,74	0,00	24,74

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela D.3. Medidas descritivas da maturação do fruto **no dia 4** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	1º quartil	2,00	2,00	2,50	2,00	2,00
	Mediana	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00
	Média	2,00	2,00	2,67	2,33	2,00
	3º quartil	2,00	2,00	3,00	2,50	2,00
	Máximo	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,58	0,58	0,00
	CV	0,00	0,00	21,65	24,74	0,00
Canela	Mínimo	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	1º quartil	2,50	2,50	2,00	2,00	2,00
	Mediana	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00
	Média	2,67	3,67	3,0	2,00	3,33
	3º quartil	3,00	4,50	3,5	2,00	4,00
	Máximo	3,00	6,00	5,0	2,00	6,00
	Desvio Padrão	0,58	2,08	1,73	0,00	2,31
	CV	21,65	56,77	57,74	0,00	69,28

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela D.4. Medidas descritivas da maturação do fruto **no dia 6** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	1º quartil	3,50	3,00	3,25	3,00	3,00
	Mediana	4,00	3,00	3,50	3,00	3,00
	Média	3,67	3,00	3,50	3,00	3,33
	3º quartil	4,00	3,00	3,75	3,00	3,50
	Máximo	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00
	Desvio Padrão	0,58	0,00	0,71	0,00	0,58
	CV	15,75	0,00	20,20	0,00	17,32
Canela	Mínimo	4,00	3,00	3,00	2,00	3,00
	1º quartil	4,00	4,00	3,00	2,00	3,25
	Mediana	4,00	5,00	3,00	2,00	3,50
	Média	4,00	5,00	4,33	2,33	3,50
	3º quartil	4,00	6,00	5,00	2,50	3,75
	Máximo	4,00	7,00	7,00	3,00	4,00
	Desvio Padrão	0,00	2,00	2,31	0,58	0,71
	CV	0,00	40,00	53,29	24,74	20,20

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela D.5. Medidas descritivas da maturação do fruto **no dia 8** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	5,00	4	4,00	3,00	4,00
	1º quartil	5,00	4	4,75	3,00	4,50
	Mediana	5,00	4	5,50	3,00	5,00
	Média	5,67	4	5,50	3,33	4,67
	3º quartil	6,00	4	6,25	3,50	5,00
	Máximo	7,00	4	7,00	4,00	5,00
	Desvio Padrão	1,16	0,00	2,12	0,58	0,58
	CV	20,38	0,00	38,57	17,32	12,37
Canela	Mínimo	5,0	4,0	4,00	3,00	4,0
	1º quartil	5,0	4,0	4,00	3,25	4,0
	Mediana	5,0	4,0	4,00	4,00	5,0
	Média	5,8	4,8	4,75	3,67	4,6
	3º quartil	7,0	5,0	4,75	4,00	5,0
	Máximo	7,0	7,0	7,00	4,00	5,0
	Desvio Padrão	1,10	1,30	1,50	0,52	0,55
	CV	18,89	27,16	31,58	14,08	11,91

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela D.6. Medidas descritivas da maturação do fruto **no dia 10** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	7,00	6,00	7,00	5,00	5,00
	1º quartil	7,00	6,00	7,00	5,00	5,00
	Mediana	7,00	6,00	7,00	5,00	5,00
	Média	7,00	6,00	7,00	5,33	5,33
	3º quartil	7,00	6,00	7,00	5,50	5,50
	Máximo	7,00	6,00	7,00	6,00	6,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	0,00	0,58	0,58
	CV	0,00	0,00	0,00	10,83	10,83
Canela	Mínimo	7,00	7,00	4,00	7,00	6,00
	1º quartil	7,00	7,00	4,75	7,00	6,25
	Mediana	7,00	7,00	5,50	7,00	6,50
	Média	7,00	7,00	5,50	7,00	6,50
	3º quartil	7,00	7,00	6,25	7,00	6,75
	Máximo	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Desvio Padrão	0,00	0,00	2,12	0,00	0,71
	CV	0,00	0,00	38,57	0,00	10,88

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela D.8. ANOVA considerando o desdobramento da interação, óleo essencial dentro de cada concentração, para o dia 10.

Dia	Fator de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 10	Concentração	4	345,17	86,29	2,18	0,109 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,00	1	9,38	9,38	0,24	0,632 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,25	1	247,04	247,04	6,24	0,021*
	Óleo: Concentração 0,50	1	63,38	63,35	1,60	0,221 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,75	1	266,67	266,67	6,73	0,017*
	Óleo: Concentração 1,00	1	273,38	273,38	6,90	0,016*
	Resíduos	20	792,50	39,63		
	Total	29	1997,50			

Fonte: autoras, 2024.

*p-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns: não significativo, ao nível de 5% de significância.

Tabela D.9. ANOVA considerando o desdobramento da interação, concentração dentro de cada óleo essencial, para o dia 10.

Dia	Fator de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 10	Óleo essencial (OE)	1	381,63	381,63	9,63	0,006*
	Concentração: OE canela	4	345,17	86,29	2,18	0,109 ^{ns}
	Concentração: OE cravo	4	478,20	119,55	3,02	0,042*
	Resíduos	20	792,50	39,63		
	Total	29	1997,50			

Fonte: autoras, 2024.

*p-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns: não significativo, ao nível de 5% de significância.

Tabela D.10. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial.

Dia	Fator de variação		gl	SQ	QM	F	p-valor	R ²
Dia 10	OE							
	Concentração: OE cravo	Linear	1	270	270	6,81	0,017*	0,353
		Quadrático	1	25,93	25,93	0,65	0,428 ^{ns}	0,387
		Cúbico	1	13,33	13,33	0,34	0,568 ^{ns}	0,405

Fonte: autoras, 2024.

Dia	Óleo essencial ¹	Concentração ²					Média OE	Eq. Regressão	R ²
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00			
Dia 10	Canela	21,00	21,33 ^a	15,83	18,5 ^a	18,67 ^a	19,07		
	Cravo	18,5	8,5 ^b	22,33	5,16 ^b	5,17 ^b	11,93	Eq 1	0,353
	Média C	19,75	14,92	19,08	11,83	11,92			

Tabela D.11. Médias da perda de massa, realizado no DIC em um ensaio fatorial 2 X 5 (dois óleos essenciais e cinco concentrações).

Fonte: autoras, 2024.

¹ Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não difere entre si, a 5% de significância pelo teste de Tukey.

²Eq 1: $\hat{Y}_i = 2,82 + 4,60 X_i^2$

APÊNDICE E – pH do fruto

Tabela E.1. Medidas descritivas do pH do fruto **no dia 0** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	6,12	6,05	6,07	6,27	6,17
	1º quartil	6,20	6,16	6,22	6,27	6,22
	Mediana	6,27	6,27	6,36	6,27	6,26
	Média	6,24	6,33	6,27	6,29	6,23
	3º quartil	6,31	6,47	6,38	6,30	6,27
	Máximo	6,34	6,67	6,39	6,32	6,27
	Desvio Padrão	0,11	0,31	0,18	0,03	0,06
	CV	1,80	4,97	2,82	0,46	0,88
Canela	Mínimo	6,12	6,27	6,27	6,27	6,27
	1º quartil	6,16	6,27	6,27	6,30	6,31
	Mediana	6,20	6,27	6,27	6,33	6,34
	Média	6,23	6,27	6,30	6,32	6,33
	3º quartil	6,28	6,27	6,31	6,34	6,36
	Máximo	6,36	6,27	6,35	6,35	6,37
	Desvio Padrão	0,12	0,00	0,05	0,04	0,05
	CV	1,96	0,00	0,73	0,66	0,81

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela E.2. Medidas descritivas do pH do fruto **no dia 2** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	5,00	5,98	5,98	6,05	6,19
	1º quartil	5,43	6,14	6,18	6,15	6,19
	Mediana	5,86	6,29	6,37	6,25	6,19
	Média	5,71	6,24	6,26	6,26	6,21
	3º quartil	6,07	6,38	6,41	6,37	6,22
	Máximo	6,27	6,46	6,44	6,49	6,24
	Desvio Padrão	0,65	0,24	0,25	0,22	0,03
	CV	11,35	3,90	3,96	3,52	0,47
Canela	Mínimo	4,80	5,35	5,37	5,37	5,86
	1º quartil	5,00	5,51	5,46	5,70	5,95
	Mediana	5,20	5,66	5,54	6,03	6,03
	Média	5,31	5,58	5,64	5,87	6,00
	3º quartil	5,57	5,69	5,78	6,12	6,07
	Máximo	5,93	5,72	6,01	6,21	6,10
	Desvio Padrão	0,57	0,20	0,33	0,44	0,12
	CV	10,79	3,56	5,88	7,53	2,06

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela E.3. Medidas descritivas do pH do fruto **no dia 4** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	5,20	5,87	5,10	4,92	5,00
	1º quartil	5,38	6,04	5,20	5,38	5,49
	Mediana	5,56	6,21	5,29	5,83	5,97
	Média	5,59	6,18	5,38	5,58	5,69
	3º quartil	5,79	6,34	5,53	5,91	6,04
	Máximo	6,0	6,46	5,76	5,98	6,11
	Desvio Padrão	0,40	0,30	0,34	0,57	0,61
	CV	7,17	4,79	6,31	10,29	10,62
Canela	Mínimo	4,56	4,76	4,91	4,91	5,38
	1º quartil	4,62	4,77	5,03	4,94	5,55
	Mediana	4,67	4,77	5,14	4,96	5,72
	Média	4,82	4,96	5,09	5,04	5,74
	3º quartil	4,96	5,06	5,18	5,11	5,92
	Máximo	5,24	5,35	5,21	5,25	6,12
	Desvio Padrão	0,37	0,34	0,16	0,18	0,37
	CV	7,57	6,8102	3,09	3,64	6,45

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela E.4. Medidas descritivas do pH do fruto **no dia 6** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	4,92	4,60	4,65	4,80	4,84
	1º quartil	4,96	4,87	4,77	4,92	5,39
	Mediana	5,00	5,14	4,89	5,04	5,93
	Média	5,10	5,21	4,89	5,23	5,61
	3º quartil	5,19	5,51	5,00	5,45	5,99
	Máximo	5,38	5,88	5,12	5,86	6,05
	Desvio Padrão	0,25	0,64	0,33	0,56	0,67
	CV	4,82	12,34	6,80	10,62	11,89
Canela	Mínimo	4,73	4,87	4,68	4,92	5,13
	1º quartil	4,73	4,89	4,87	4,98	5,28
	Mediana	4,73	4,90	5,06	5,03	5,43
	Média	4,81	4,92	4,94	5,01	5,43
	3º quartil	4,85	4,95	5,07	5,05	5,57
	Máximo	4,97	5,00	5,07	5,07	5,72
	Desvio Padrão	0,14	0,07	0,22	0,08	0,42
	CV	2,88	1,38	4,50	1,55	7,69

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela E.5. Medidas descritivas do pH do fruto **no dia 8** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	4,89	5,13	4,89	5,02	5,03
	1º quartil	5,04	5,19	4,89	5,13	5,13
	Mediana	5,18	5,25	4,90	5,23	5,23
	Média	5,09	5,22	4,90	5,17	5,33
	3º quartil	5,20	5,27	4,90	5,25	5,48
	Máximo	5,21	5,29	4,90	5,26	5,72
	Desvio Padrão	0,18	0,083	0,01	0,13	0,36
	CV	3,47	1,59	0,15	2,53	6,67
Canela	Mínimo	4,86	5,13	4,89	4,74	5,03
	1º quartil	4,89	5,13	4,90	5,02	5,21
	Mediana	5,00	5,13	4,94	5,08	5,22
	Média	5,03	5,19	4,98	5,07	5,28
	3º quartil	5,18	5,25	5,02	5,21	5,23
	Máximo	5,21	5,29	5,1	5,26	5,72
	Desvio Padrão	0,16	0,08	0,12	0,19	0,26
	CV	3,21	1,50	2,32	3,75	4,89

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação

Tabela B.6. Medidas descritivas do pH do fruto **no dia 10** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	4,73	4,82	5,00	4,96	4,96
	1º quartil	5,05	5,04	5,01	5,22	5,00
	Mediana	5,37	5,26	5,02	5,48	5,03
	Média	5,18	5,27	5,02	5,39	5,13
	3º quartil	5,40	5,50	5,03	5,61	5,22
	Máximo	5,43	5,73	5,04	5,74	5,40
	Desvio Padrão	0,39	0,46	0,03	0,40	0,24
	CV	7,50	8,64	0,56	7,36	4,61
Canela	Mínimo	5,00	5,26	4,76	4,36	4,87
	1º quartil	5,08	5,26	4,89	4,82	4,99
	Mediana	5,16	5,26	5,02	5,27	5,11
	Média	5,16	5,26	5,02	4,98	5,11
	3º quartil	5,24	5,26	5,14	5,29	5,22
	Máximo	5,32	5,26	5,27	5,31	5,34
	Desvio Padrão	0,23	0,00	0,36	0,54	0,33
	CV	4,39	0,00	7,19	10,79	6,51

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação

APÊNDICE F- Acidez titulável

Tabela F.1. Medidas descritivas de acidez titulável (ATT) do fruto **no dia 0** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	1º quartil	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Mediana	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Média	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	3º quartil	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Máximo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Desvio Padrão	0	0	0	0	0
	CV	0	0	0	0	0
Canela	Mínimo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	1º quartil	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Mediana	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Média	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	3º quartil	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Máximo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Desvio Padrão	0	0	0	0	0
	CV	0	0	0	0	0

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela F.2. Medidas descritivas da acidez titulável do fruto **no dia 2** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0,04	0,04	0,06	0,06	0,18
	1º quartil	0,04	0,10	0,13	0,09	0,18
	Mediana	0,04	0,16	0,20	0,12	0,18
	Média	0,09	0,12	0,15	0,10	0,18
	3º quartil	0,11	0,16	0,20	0,12	0,18
	Máximo	0,18	0,16	0,20	0,12	0,18
	Desvio Padrão	0,08	0,07	0,08	0,04	0,00
	CV	93,26	57,74	52,72	34,64	0,00
Canela	Mínimo	0,13	0,04	0,06	0,04	0,18
	1º quartil	0,18	0,10	0,08	0,05	0,18
	Mediana	0,20	0,16	0,10	0,06	0,18
	Média	0,27	0,12	0,11	0,10	0,18
	3º quartil	0,35	0,16	0,14	0,13	0,18
	Máximo	0,08	0,16	0,17	0,20	0,18
	Desvio Padrão	0,14	0,07	0,06	0,09	0,00
	CV	67,13	57,72	50,62	87,18	0,00

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela F.3. Medidas descritivas da acidez titulável do fruto **no dia 4** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0,10	0,2	0,14	0,10	0,2
	1º quartil	0,10	0,2	0,14	0,14	0,2
	Mediana	0,10	0,2	0,14	0,18	0,2
	Média	0,11	0,2	0,15	0,20	0,2
	3º quartil	0,12	0,2	0,16	0,25	0,2
	Máximo	0,14	0,2	0,18	0,31	0,2
	Desvio Padrão	0,02	0,00	0,02	0,11	0,00
	CV	20,38	0,00	15,06	53,90	0,00
Canela	Mínimo	0,14	0,2	0,14	0,18	0,2
	1º quartil	0,14	0,2	0,15	0,19	0,2
	Mediana	0,14	0,2	0,16	0,20	0,2
	Média	0,16	0,2	0,16	0,21	0,2
	3º quartil	0,17	0,2	0,17	0,22	0,2
	Máximo	0,20	0,2	0,18	0,24	0,2
	Desvio Padrão	0,04	0,00	0,02	0,03	0,00
	CV	21,65	0,00	12,50	14,78	0,00

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela F.4. Medidas descritivas da acidez titulável do fruto **no dia 6** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0,06	0,20	0,22	0,10	0,3
	1º quartil	0,06	0,20	0,24	0,10	0,3
	Mediana	0,06	0,20	0,26	0,10	0,3
	Média	0,17	0,25	0,26	0,17	0,3
	3º quartil	0,23	0,28	0,28	0,20	0,3
	Máximo	0,40	0,36	0,30	0,30	0,3
	Desvio Padrão	0,20	0,09	0,06	0,12	0,00
	CV	113,25	36,46	21,76	69,28	0,00
Canela	Mínimo	0,32	0,30	0,24	0,20	0,3
	1º quartil	0,35	0,30	0,24	0,25	0,3
	Mediana	0,38	0,30	0,24	0,30	0,3
	Média	0,37	0,32	0,26	0,31	0,3
	3º quartil	0,39	0,33	0,27	0,37	0,3
	Máximo	0,40	0,36	0,30	0,44	0,3
	Desvio Padrão	0,04	0,03	0,04	0,12	0,00
	CV	11,36	10,83	13,32	38,48	0,00

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela F.5. Medidas descritivas da acidez titulável do fruto **no dia 8** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0,12	0,18	0,16	0,14	0,19
	1º quartil	0,12	0,18	0,21	0,14	0,29
	Mediana	0,12	0,18	0,26	0,14	0,39
	Média	0,20	0,24	0,26	0,21	0,32
	3º quartil	0,24	0,27	0,30	0,25	0,39
	Máximo	0,35	0,35	0,35	0,35	0,39
	Desvio Padrão	0,13	0,10	0,13	0,12	0,12
	CV	67,52	41,47	52,69	57,74	35,71
Canela	Mínimo	0,12	0,18	0,16	0,14	0,19
	1º quartil	0,12	0,18	0,19	0,16	0,39
	Mediana	0,35	0,35	0,28	0,20	0,39
	Média	0,27	0,28	0,27	0,23	0,35
	3º quartil	0,35	0,35	0,35	0,31	0,39
	Máximo	0,39	0,35	0,35	0,35	0,39
	Desvio Padrão	0,13	0,09	0,10	0,10	0,089
	CV	50,48	33,02	37,55	42,06	25,56

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela F.6. Medidas descritivas da acidez titulável do fruto **no dia 10** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	0,18	0,25	0,2	0,2	0,18
	1º quartil	0,18	0,25	0,2	0,2	0,19
	Mediana	0,18	0,25	0,2	0,2	0,20
	Média	0,20	0,27	0,2	0,2	0,19
	3º quartil	0,21	0,29	0,2	0,2	0,20
	Máximo	0,24	0,32	0,2	0,2	0,20
	Desvio Padrão	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01
	CV	17,32	14,79	0,00	0,00	5,97
Canela	Mínimo	0,24	0,32	0,20	0,18	0,2
	1º quartil	0,29	0,35	0,23	0,19	0,2
	Mediana	0,35	0,38	0,26	0,20	0,2
	Média	0,35	0,38	0,26	0,19	0,2
	3º quartil	0,40	0,41	0,28	0,20	0,2
	Máximo	0,45	0,44	0,31	0,20	0,2
	Desvio Padrão	0,15	0,09	0,08	0,01	0,00
	CV	43,04	22,33	30,5026	5,9726	0,00

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE G – BRIX

Tabela G1. Medidas descritivas do Brix do fruto **no dia 0** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	7,00	6,00	6,00	6,00	7,00
	1º quartil	7,00	6,50	6,00	6,50	7,00
	Mediana	7,00	7,00	6,00	7,00	7,00
	Média	7,00	6,67	6,33	6,67	7,00
	3º quartil	7,00	7,00	6,50	7,00	7,00
	Máximo	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Desvio Padrão	0,00	0,58	0,58	0,58	0,00
	CV	0,00	8,66	9,12	8,66	0,00
Canela	Mínimo	7,00	5,00	7,00	7,00	7,00
	1º quartil	7,50	5,00	8,50	7,50	7,00
	Mediana	8,00	5,00	10,00	8,00	7,00
	Média	8,33	5,67	9,67	8,33	7,67
	3º quartil	9,00	6,00	11,00	9,00	8,00
	Máximo	10,00	7,00	12,00	10,00	9,00
	Desvio Padrão	1,53	1,16	2,52	1,53	1,16
	CV	18,33	20,38	26,03	18,33	15,06

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela G.2. Medidas descritivas do Brix do fruto **no dia 2** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	9,00	7,0	9,00	9,00	7,0
	1º quartil	9,50	8,5	9,50	9,00	8,5
	Mediana	10,00	10,0	10,00	9,00	10,0
	Média	10,67	9,0	9,67	9,67	10,0
	3º quartil	11,50	10,0	10,00	10,00	11,5
	Máximo	13,00	10,0	10,00	11,00	13,0
	Desvio Padrão	2,08	1,73	0,58	1,16	3,00
	CV	19,52	19,25	5,97	11,95	30,00
Canela	Mínimo	12,00	9,00	16,00	13,0	10,00
	1º quartil	12,00	11,00	17,50	14,5	10,50
	Mediana	12,00	13,00	19,00	16,0	11,00
	Média	12,33	12,33	18,33	16,0	13,33
	3º quartil	12,50	14,00	19,50	17,5	15,00
	Máximo	13,00	15,00	20,00	19,0	19,00
	Desvio Padrão	0,58	3,06	2,08	3,00	4,93
	CV	4,68	24,77	11,36	18,75	37,00

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela G.3. Medidas descritivas do Brix do fruto **no dia 4** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	15,00	10,0	15,00	11,0	12,00
	1º quartil	16,50	10,0	16,50	12,0	12,50
	Mediana	18,00	10,0	18,00	13,0	13,00
	Média	19,33	11,0	18,33	14,0	13,67
	3º quartil	21,50	11,5	20,00	15,5	14,50
	Máximo	25,00	13,0	22,00	18,0	16,00
	Desvio Padrão	5,13	1,73	3,51	3,61	2,08
	CV	26,54	15,75	19,16	25,75	15,23
Canela	Mínimo	20,00	25,00	22,0	22,00	11,00
	1º quartil	22,50	25,00	23,5	22,50	12,00
	Mediana	25,00	25,00	25,0	23,00	13,00
	Média	23,33	25,00	24,0	23,33	15,67
	3º quartil	25,00	25,00	25,0	24,00	18,00
	Máximo	25,00	25,00	25,0	25,00	23,00
	Desvio Padrão	2,89	0,00	1,73	1,53	6,43
	CV	12,37	0,00	7,22	6,55	41,04

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela G.4. Medidas descritivas do Brix do fruto **no dia 6** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	23,00	15,00	25,00	15,00	17,00
	1º quartil	24,00	16,50	25,00	18,50	17,00
	Mediana	25,00	18,00	25,00	22,00	17,00
	Média	24,67	17,33	25,00	20,33	17,33
	3º quartil	25,50	18,50	25,00	23,00	17,50
	Máximo	26,00	19,00	25,00	24,00	18,00
	Desvio Padrão	1,53	2,08	0,00	4,73	0,58
	CV	6,19	12,01	0,00	23,24	3,33
Canela	Mínimo	25,00	25,00	15,0	25,00	21,0
	1º quartil	27,50	25,00	17,5	25,00	22,0
	Mediana	30,00	25,00	20,0	25,00	23,0
	Média	28,33	27,67	20,0	26,67	23,0
	3º quartil	30,00	29,00	22,5	27,50	24,0
	Máximo	30,00	33,00	25,0	30,00	25,0
	Desvio Padrão	2,89	4,62	5,00	2,89	2,83
	CV	10,19	16,70	25,00	10,83	12,30

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela G.5. Medidas descritivas do Brix do fruto **no dia 8** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	25,0	25	28,0	23,00	23,00
	1º quartil	27,5	25	28,5	24,00	23,00
	Mediana	30,0	25	29,0	25,00	23,00
	Média	29,0	25	29,0	24,33	23,67
	3º quartil	31,0	25	29,5	25,00	24,00
	Máximo	32,0	25	30,0	25,00	25,00
	Desvio Padrão	3,61	0,00	1,41	1,16	1,16
	CV	12,43	0,00	4,88	4,75	4,88
Canela	Mínimo	25	25	28,00	23,00	23,0
	1º quartil	28	25	29,50	25,00	23,0
	Mediana	30	25	30,00	26,00	25,0
	Média	29	27	30,25	26,67	24,4
	3º quartil	30	30	30,75	29,25	25,0
	Máximo	32	30	33,00	30,00	26,0
	Desvio Padrão	2,65	2,74	2,06	2,88	1,34
	CV	9,12	10,14	6,82	10,78	5,50

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela G.6. Medidas descritivas do Brix do fruto **no dia 10** considerando os diferentes óleos essenciais (cravo e canela) e os 5 níveis de concentração. Guanambi – Ba.

Óleo essencial	Medidas descritivas	CONCENTRAÇÃO				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Cravo	Mínimo	32,0	25,00	30,00	25,00	25,00
	1º quartil	32,0	26,00	31,25	26,00	25,00
	Mediana	32,0	27,00	32,50	27,00	25,00
	Média	33,0	26,67	32,50	26,33	25,33
	3º quartil	33,5	27,50	33,75	27,00	25,50
	Máximo	35,0	28,00	35,00	27,00	26,00
	Desvio Padrão	1,73	1,53	3,54	1,16	0,58
	CV	5,25	5,73	10,88	4,38	2,28
Canela	Mínimo	30,00	32	30	30	25,00
	1º quartil	31,25	32	30	30	26,25
	Mediana	32,50	32	30	30	27,50
	Média	32,50	32	30	30	27,50
	3º quartil	33,75	32	30	30	28,75
	Máximo	35,00	32	30	30	30,00
	Desvio Padrão	3,54	0,00	0,00	0,00	3,54
	CV	10,88	0,00	0,00	0,00	12,86

Fonte: autoras, 2024. CV = coeficiente de variação.

Tabela G.7. ANOVA considerando o desdobramento da interação, óleo essencial dentro de cada concentração, para os dias 4, 6 e 10.

Dia	Fator de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 4	Concentração	4	178,53	44,63	3,92	0,017*
	Óleo: Concentração 0,00	1	24,00	24	2,1053	0,162 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,25	1	294,00	294	25,79	1e-04*
	Óleo: Concentração 0,50	1	48,17	48,17	4,23	0,053 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,75	1	130,67	130,67	11,46	0,003*
	Óleo: Concentração 1,00	1	6,00	6	0,53	0,477 ^{ns}
	Resíduos	20	228,00	11,4		
	Total	29	909,37			
Dia 6	Concentração	4	139,26	34,82	3,25	0,035*
	Óleo: Concentração 0,00	1	20,17	20,17	1,88	0,187 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,25	1	160,17	160,17	14,96	0,001*
	Óleo: Concentração 0,50	1	30,00	30	2,80	0,111 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,75	1	60,17	60,17	5,62	0,029*
	Óleo: Concentração 1,00	1	38,53	38,53	3,6	0,074 ^{ns}
	Resíduos	18	192,67	10,70		
	Total	27	640,96			
Dia 10	Concentração	4	133,46	33,36	9,72	4e-04*
	Óleo: Concentração 0,00	1	0,30	0,3	0,09	0,772 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,25	1	34,13	34,13	9,94	0,007*
	Óleo: Concentração 0,50	1	6,25	6,25	1,82	0,197 ^{ns}
	Óleo: Concentração 0,75	1	20,17	20,17	5,87	0,029*
	Óleo: Concentração 1,00	1	5,63	5,63	1,64	0,220 ^{ns}
	Resíduos	15	51,50	3,43		
	Total	24	251,44			

Fonte: a autoras a, 2024.

*p-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.

Tabela G.8. ANOVA considerando o desdobramento da interação, concentração dentro de cada óleo essencial, para os dias 4, 6 e 10.

Dia	Fator de variação	gl	SQ	QM	F	p-valor
Dia 4	Óleo essencial (OE)	1	367,50	367,5	32,24	0*
	Concentração: OE canela	4	168,93	42,23	3,70	0,021*
	Concentração: OE cravo	4	144,93	36,23	3,18	0,036*
	Resíduos	20	228,00	11,4		
	Total	29	909,37			
Dia 6	Óleo essencial (OE)	1	141,98	141,98	13,26	0,002*
	Concentração: OE canela	4	144,86	36,21	3,38	0,031*
	Concentração: OE cravo	4	152,55	38,14	3,56	0,026*
	Resíduos	18	192,67	10,70		
	Total	27	640,96			
Dia 10	Óleo essencial (OE)	1	21,30	21,30	6,21	0,025*
	Concentração: OE canela	4	31,55	7,89	2,30	0,107 ^{ns}
	Concentração: OE cravo	4	147,00	36,75	10,70	3e-04*
	Resíduos	15	51,50	3,43		
	Total	24	251,44			

Fonte: autora, 2024.

*p-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ^{ns}: não significativo, ao nível de 5% de significância.

Tabela G.9. Definição do melhor modelo para o efeito da concentração para cada óleo essencial.

Dia	Fator de variação		gl	SQ	QM	F	p-valor	R ²
Dia 4	OE							
	Concentração: OE canela	Linear	1	86,70	86,70	7,61	0,012*	0,513
		Quadrático	1	72,02	72,02	6,32	0,021*	0,940
		Cúbico	1	5,63	5,63	0,49	0,490 ^{ns}	0,973
	Concentração: OE cravo	Linear	1	20,83	20,83	1,83	0,192 ^{ns}	0,144
		Quadrático	1	4,02	4,02	0,35	0,560 ^{ns}	0,172
Dia 6	Concentração: OE canela	Linear	1	36,01	36,01	3,36	0,083 ^{ns}	0,249
		Quadrático	1	16,22	16,22	1,52	0,234 ^{ns}	0,361
		Cúbico	1	2,59	2,59	0,24	0,629 ^{ns}	0,378
	Concentração: OE cravo	Linear	1	40,83	40,83	3,81	0,067 ^{ns}	0,268
		Quadrático	1	0,14	0,14	0,01	0,911 ^{ns}	0,269
		Cúbico	1	53,33	53,33	4,98	0,039*	0,618
Dia 10	Concentração: OE canela	Linear						
		Quadrático						
		Cúbico						
	Concentração: OE cravo	Linear	1	73,63	73,63	21,45	0,000*	0,501
		Quadrático	1	0,42	0,42	0,12	0,730 ^{ns}	0,504
		Cúbico	1	14,70	14,70	4,28	0,056 ^{ns}	0,604

Fonte: autoras, 2024.

*p-valor < 0,05, há diferença entre as médias. ns = não significativo, ao nível de 5% de significância.