

Itamara Bomfim Gois

Teor e composição química do óleo essencial
extraído de folhas de *Croton grewoides* Baill.
colhidas em diferentes horários

São Cristóvão, Sergipe

Fevereiro de 2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIA AGRÁRIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

Teor e composição química do óleo essencial extraído de folhas de
Croton grewoides Baill. colhidas em diferentes horários

Monografia apresentada ao
Departamento de Engenharia
Agrônômica – Universidade Federal
de Sergipe, como requisito parcial
para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

APROVADA em: 20/02/2026

ORIENTADA: Itamara Bomfim Gois

Prof. Dr. Arie Fitzgerald Blank
(Orientador)

Profa. Dra. Maria de Fátima Arrigoni-
Blank
(Banca examinadora)

Profa. Dra. Roberta Pereira Miranda
Fernandes
(Banca examinadora)

**A Deus e a Helena, a prova mais linda
do amor de Deus por mim.**

Dedico

Agradecimentos

A Deus, pelo dom da vida, pelo Seu amor e por renovar minhas forças a cada dia.

A Helena, por ter me escolhido para ser sua mãe. Com você meus dias são mais felizes e cheios do mais puro amor.

A Airon, meu esposo, por compartilhar a vida comigo, pelo amor e pelo apoio nessa jornada.

À Susie, pelo amor incondicional, ser recebida por você ao chegar em casa alegre ainda mais o meu dia.

Aos meus pais, João e Maria, aos meus irmãos, Camila e Itamar, e ao meu sobrinho Levi, por serem alicerce, pelo incentivo, pelos ensinamentos, pelos exemplos, pela força e por tornarem a minha vida mais completa.

Ao meu orientador, professor Dr. Arie Fitzgerald Blank, pela orientação, por acreditar em mim e por me apoiar em mais essa fase da minha vida. Serei sempre grata!

À professora Dr^a Maria de Fátima Arrigoni-Blank, por ter me dado a honra de participar da minha banca (pela segunda vez), por ser exemplo de força e disciplina. Eu a admiro muito e sempre serei grata por tudo que fez por mim!

À professora Dr^a Roberta Pereira Miranda Fernandes, por ter aceitado fazer parte da minha banca e por confiar em mim como parceria na execução dos nos trabalhos de pesquisa. Isso faz a diferença.

Ao grupo de pesquisa GPMACO.

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrônômica.

À Universidade Federal de Sergipe, por proporcionar a estrutura, o conhecimento e o ambiente acadêmico necessários para a realização deste trabalho.

Minha eterna gratidão a todos que de alguma forma contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

SUMÁRIO

RESUMO	ii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5. CONCLUSÃO.....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

RESUMO

A estabilidade dos produtos naturais é primordial para garantir sua qualidade e segurança para uso em diferentes segmentos da indústria. Desta forma, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a variação do teor e da composição química dos óleos essenciais do acesso CGR-113 de *Croton grewoides* Baill. extraídos de folhas coletadas em diferentes horários. As folhas foram coletadas em janeiro de 2026 às 6h, 9h, 12h, 15h e 18h. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação e a análise da composição química foi realizada utilizando um CG/EM/DIC (GCMSQP2010 Ultra, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão). O teor de óleo essencial do acesso CGR-113 variou de 4,67 (18h) a 5,33% (6h). Foram identificados seis compostos nos óleos essenciais e o metil eugenol foi o composto majoritário (88,34 – 90,88%). A porcentagem relativa dos compostos identificados variou de acordo com o horário de coleta das folhas. Os maiores valores médios foram observados às 12h e 18h para o composto metil eugenol (90,52% e 90,88%, respectivamente); e às 6h, 9h e 15h para os compostos (-)- β -cariofileno (2,12%; 2,15% e 2,14%, respectivamente), germacreno B (0,96%; 0,86% e 0,84%, respectivamente) e xantoxilina (1,61%; 1,56% e 1,57%, respectivamente). A maior porcentagem relativa do composto espatulenol foi observada às 6h (4,03%); e do composto farnesoato de metila às 6h (1,67%) e 9h (1,69%). O horário de coleta afeta a proporção relativa dos compostos presentes nos óleos essenciais do acesso CGR-113 e os fatores ambientais, como incidência solar, umidade relativa e temperatura, podem estar relacionados às alterações observadas.

Palavras-chave: germoplasma, canelinha, metil eugenol.

1. INTRODUÇÃO

Os metabólitos secundários representam uma interface entre o genótipo e o ambiente que o circunda e, conseqüentemente, fatores bióticos e abióticos podem modular a composição química das espécies vegetais. A sazonalidade, ritmo circadiano, temperatura, estresse hídrico, potencial osmótico, radiação solar, nutrição mineral, altitude, idade e estágio de desenvolvimento podem afetar o metabolismo secundário.

O ritmo circadiano pode gerar alterações qualitativas e/ou quantitativas na composição química dos óleos essenciais uma vez que no decorrer do dia ocorrem alterações na incidência de luz, temperatura, umidade relativa e pluviosidade. E, entender como a composição química de uma espécie é alterada em função do ritmo circadiano é essencial para o delineamento de estratégias de coleta de material vegetal de espécies que apresentam usos atuais e potenciais, visto que a estabilidade química dos produtos naturais é primordial para assegurar sua qualidade e segurança.

A espécie *Croton grewoides* Baill. pertence à família Euphorbiaceae e é endêmica do Brasil. Apresenta óleos essenciais com composição química rica em monoterpenos, sesquiterpenos e em menor proporção em fenilpropanoides, tornando-a fonte promissora de substâncias bioativas a serem investigadas. Devido ao seu potencial econômico e diversidade química, uma coleção da espécie foi instalada no Banco Ativo de Germoplasma de plantas medicinais e aromáticas da Universidade Federal de Sergipe.

Estudos realizados com os acessos presentes nesta coleção já identificou diferentes atividades biológicas, dentre as quais: antioxidante (OLIVEIRA et al., 2020); antimicrobiana (RODRIGUES et al., 2023); e inseticida (SANTOS et al., 2022). O acesso CGR-113 apresenta como composto majoritário o metil eugenol (RODRIGUES et al., 2023), o qual apresenta diferentes atividades biológicas relacionadas, como antioxidante, inseticida e fungicida. E, avaliar a estabilidade dos óleos essenciais desse acesso é de suma importância para garantir seu uso de forma eficiente.

Desta forma, este estudo foi realizado para avaliar a variação do teor e da composição química dos óleos essenciais do acesso CGR-113 de *Croton grewoides* Baill. extraídos de folhas coletadas em diferentes horários (6h, 9h, 12h, 15h, 18h).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. *Croton grewioides* Baill

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro e abrange os nove estados do Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e o norte do estado de Minas Gerais. Apresenta uma alta diversidade de espécies vegetais endêmicas, as quais são exploradas de forma extrativista pelas comunidades locais, o que torna essencial o investimento em pesquisa para um melhor aproveitamento e conservação desta biodiversidade. Dentre os gêneros encontrados na Caatinga que apresenta potencial econômico está o *Croton*.

O gênero *Croton* pertence à família Euphorbiaceae e é considerado um dos maiores gêneros das angiospermas com aproximadamente 1.300 espécies que ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais (ARAÚJO-NEVES e CAMARA, 2012). Destas, 350 são encontradas no Brasil, o qual é considerado um dos principais centros de diversidade do gênero (CARNEIRO-TORRES et al., 2011; CORDEIRO et al., 2015). Este gênero apresenta espécies que são utilizadas na medicina popular e são ricas em compostos provenientes do metabolismo secundário que apresentam diferentes atividades biológicas comprovadas.

Croton grewioides Baill (Figura 1) é uma espécie medicinal e aromática, conhecida popularmente como “velame-de-cheiro”, “alecrim-de-caboclo”, “canelinha”, “canelinha de cunhã” ou ainda “canela-brava” devido ao aroma exalado de suas folhas e flores. A espécie apresenta como sinônimos *Croton zehntneri* Pax & K.Hoffm., *Croton glycosmeus* Müll.Arg. e *Oxydectes grewioides* (Baill.) Kuntze (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2026). Nativa da região Semiárida do Brasil, a espécie é encontrada nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, embora penetre no domínio da Floresta Atlântica em áreas antropizadas (SILVA et al., 2010; CARUZO, 2020; PRADO et al., 2021).

A espécie possui hábito arbustivo (pode chegar a 3 m) e apresenta geralmente aroma de canela perceptível até em material herborizado. Apresenta caule pouco ramificado, acinzentado, látex ausente, folhas alternadas e glândulas acropetiolares. As sépalas são revestidas por glândulas punctiformes translúcidas, e a inflorescência é alongada e vistosa, constituída por flores estaminadas e pistiladas. A floração ocorre nos períodos de fevereiro a março

com frutificação nos meses de abril e maio. Seus frutos são do tipo cápsula orbicular de coloração castanha com sementes orbiculares, lisas e de coloração marrom (LIMA e PIRANI, 2003; SILVA et al., 2010).

Figura 1. Acesso CGR-113 da coleção de *Croton grewoides* Baill. inserida no BAG de plantas medicinais e aromáticas da Universidade Federal de Sergipe.



Assim como a maioria das espécies do gênero *Croton*, *C. grewoides* apresenta óleos essenciais com composição química rica em monoterpenos, sesquiterpenos e em menor proporção os fenilpropanoides, tornando-as fontes promissoras de substâncias bioativas a serem investigadas. Dentre os compostos majoritários que têm sido relatados para a espécie estão: eugenol, metil-eugenol e metil-chavicol (OLIVEIRA et al., 2020; RODRIGUES et al., 2023).

Devido à composição química de seus óleos essenciais, diferentes atividades biológicas têm sido descritas para a espécie, dentre as quais: antioxidante (OLIVEIRA et al., 2020); antimicrobiana (RODRIGUES et al., 2023); e inseticida (SANTOS et al., 2022).

2.2. Metabolismo secundário das plantas

As plantas produzem naturalmente uma variedade de compostos que são utilizados durante o seu crescimento e desenvolvimento. Os metabólitos primários apresentam ampla distribuição e são considerados indispensáveis para os processos metabólicos básicos, sendo essenciais para o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência das plantas, como os processos de fotossíntese, translocação e respiração. Já os metabólitos secundários possuem distribuição restrita, ocorrendo em nível de espécie ou em grupos de espécies relacionadas, sendo produzidos em resposta às condições ambientais as quais as plantas estão submetidas. Em suma, os metabólitos primários são considerados essenciais para a sobrevivência da célula, como exemplo, as proteínas, lipídeos e nucleotídeos. Já os metabólitos secundários apresentam importantes funções nas plantas, mas não são considerados essenciais (TAIZ e ZEIGER, 2013; TWAIJ e HASAN, 2022).

Os metabólitos secundários são pequenas moléculas orgânicas com massa molecular inferior a 3000 da. São produzidos por meio de modificações biossintéticas como metilação, glicolisação e hidroxilação. As três maiores classes de metabólitos secundários, são: compostos fenólicos, terpenos e compostos nitrogenados (TWAIJ e HASAN, 2022).

Os compostos nitrogenados possuem átomos de nitrogênio como parte essencial de sua estrutura química e são sintetizados a partir de aminoácidos derivados do ciclo do ácido tricarbóxico e do ácido chiquímico. Os compostos fenólicos em plantas superiores são sintetizados, principalmente, pela rota do ácido chiquímico que dá origem as classes mais abundantes de compostos fenólicos, através da desaminação da fenilalanina, catalisada pela fenilalanina amônia liase (PAL, *phenylalanine ammonia lyase*). E, os terpenos podem ser formados a partir de duas rotas metabólicas: a rota do ácido mevalônico e a rota do metileritritol fosfato (MEP) (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os metabólitos secundários das plantas estão associados a diferentes funções ecológicas, como defesa da planta, atração de polinizadores e dispersores de sementes, e mediação de estresses abióticos. Paralelamente, as espécies ricas em metabólitos secundários têm sido comumente utilizadas para fins medicinais e como agentes aromatizantes, na indústria de perfume e cosméticos. No entanto, estudos têm demonstrado o potencial destes

metabólitos para outros segmentos da indústria, como o farmacêutico, o de alimentos e o agrícola.

2.3. Óleos essenciais e fatores que afetam a sua composição química

Óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, provenientes do metabolismo secundário, com baixo peso molecular, lipofílicas, que geralmente apresentam odor agradável e coloração transparente ou levemente amarelada. Podem ser produzidos em qualquer parte da planta e armazenados em canais oleíferos, bolsas secretoras, tricomas glandulares ou em células de parênquimas florais e foliares, conferindo o aroma característico destas estruturas (MOURA et al., 2019).

Os óleos essenciais geralmente apresentam grande interesse econômico e ambiental, devido às atividades biológicas que desempenham (SHIH e MORGAN, 2020). Tais atividades estão intimamente relacionadas à composição química dos óleos essenciais, a qual confere a eles características distintas, devido às propriedades químicas e físicas dos seus compostos. Quimicamente, os óleos essenciais podem ser formados por terpenos e fenilpropanóides.

A composição química dos óleos essenciais é determinada geneticamente, porém, como os metabólitos secundários representam uma interface entre a planta e o ambiente em que esta está inserida, fatores ambientais podem alterar a composição química dos óleos essenciais. Figueiredo et al. (2008) e Gobbo-Neto e Lopes (2007) elencam uma série de fatores que podem alterar a composição química dos compostos voláteis: estágio de desenvolvimento do órgão, parte da planta utilizada, tipo da estrutura secretora, variação sazonal, ciclo circadiano, injúrias mecânicas e químicas, clima, poluição, doenças e pragas, fatores edáficos, armazenamento, variações geográficas e fatores genéticos.

O potencial hídrico da planta exerce papel fundamental na composição química dos óleos essenciais, pois influencia diretamente o metabolismo primário e, conseqüentemente, o fluxo de carbono destinado às rotas do metabolismo secundário. Diferentes aspectos podem alterar o potencial osmótico da planta como temperatura, radiação solar, velocidade do vento, disponibilidade de água e salinidade do solo. Por exemplo, durante o déficit hídrico, o potencial hídrico (Ψ) do apoplasto torna-se mais negativo que o do

simplasto, provocando reduções no potencial de pressão (turgor) (ΨP) e no volume. Esse déficit induz o acúmulo de ácido abscísico (ABA), que promove o fechamento estomático, reduzindo as trocas gasosas e a fotossíntese (TAIZ et al., 2017). Com relação à intensidade luminosa, o aumento desta pode estar correlacionado com o aumento da temperatura foliar, o que reduz o potencial hídrico, e pode afetar a transpiração, consequentemente, o uso de água pela planta (SELMAR e KLEINWACHTER, 2013).

Estes fatores podem alterar a composição química dos óleos essenciais qualitativa e quantitativamente e interferir na aplicabilidade do óleo. Torna-se primordial a realização de pesquisas que visem identificar a influência destes na qualidade dos óleos essenciais com o objetivo de garantir o uso efetivo destes nos mais diversos segmentos da indústria.

2.4. Ritmo circadiano e composição química dos óleos essenciais

Os metabólitos secundários representam a interface química entre a planta e o ambiente ao seu redor. O fator genético é significativo neste contexto, porém a expressão pode ser alterada devido à interação entre processos ecológicos, bioquímicos e fisiológicos (GALVÃO et al., 2023). Desta forma, as vias biossintéticas dos metabólitos secundários podem ser afetadas por diferentes fatores, dentre os quais, o ritmo circadiano.

A alteração na composição química dos óleos essenciais devido ao ritmo circadiano tem sido estudada para diferentes espécies vegetais. O ritmo circadiano refere-se ao ciclo biológico com frequência de aproximadamente 24h que é controlado por um oscilador endógeno. Uma série de fenômenos vegetais exibem ritmos diários regulares, entre os quais a atividade fotossintética, a produção de enzimas, o movimento dos estômatos, a abertura das flores e a emissão de perfume. Tais ritmos continuam mesmo quando todas as condições do ambiente são mantidas constantes (TAIZ et al., 2017).

A influência do ritmo circadiano na composição química dos óleos essenciais de *Piper gaudichaudianum* Kunth foi analisada (6h, 9h, 12h, 15h, 18h, 21h, 0h e 3h) nas estações seca e chuvosa (RAMOS et al., 2021). O teor relativo de sesquiterpenos oxigenados apresentou valores superiores às 21h e 0h (40,5 e 44,8%, respectivamente), enquanto o maior teor de sesquiterpenos não oxigenados foi detectado às 18h (78,1%) e de monoterpenos oxigenados às 15h

(3,4%), na estação chuvosa. Na estação seca, o teor relativo de monoterpenos oxigenados foi maior às 9h (3,2%), enquanto o de sesquiterpenos oxigenados foi às 21h (36,8%) e o de sesquiterpenos não oxigenados foi entre 9h e 18h (70,1 a 73,3%). Os autores observaram que durante o dia ocorreu maior produção dos compostos bicyclogermacrene, E-caryophyllene e E-nerolidol, enquanto os compostos eudesmadiene, α -cadinol e spathulenol apresentaram maior teor relativo à noite.

O teor relativo dos compostos presentes nos óleos essenciais de *Dizygostemon riparius* foi afetado pelo ciclo circadiano, com avaliações realizadas às 6h, 12h e 18h, durante as estações seca e chuvosa (GALVÃO et al., 2023). Considerando-se os principais compostos, os autores observaram que na estação seca maior teor de α -fenchene (4,2%) e p-cymene (4,1%) foi detectado às 12h, de (E)-caryophyllene (6,1%) e de caryophyllene oxide (2,3%) às 18h, enquanto maior teor de endo-fenchyl acetate (40,7%) às 6h. Na estação chuvosa maior teor de α -fenchene (6,1%) foi detectado às 6h, de endo-fenchyl acetate (40,2%) às 12h, enquanto maior teor de p-cymene (2,6%) (E)-caryophyllene (3,2%) e de caryophyllene oxide (1,6%) foi detectado às 18h.

A composição química e o teor do óleo essencial de *Callistemon viminalis* variou de acordo com o horário de coleta (0h, 6h, 12h e 18h), confirmando a influência do ritmo circadiano na espécie (MATOS et al., 2025). Maior teor foi observado às 18h (1,67%), quando foi observada a menor umidade relativa do ar do dia (71%) e a maior temperatura (23,2°C), e o menor às 6h (0,67%). Com relação ao teor dos compostos presentes no óleo essencial, maior teor de α -pinene foi detectado às 18h, de eucalyptol às 0h e de α -terpineol às 12h.

Os estudos supracitados confirmam que a composição química e o teor de óleos essenciais podem ser diretamente afetados pelo ritmo circadiano, o que ressalta a importância do estudo deste fator para observar a estabilidade do óleo essencial de *Croton grewoides*, com o intuito de garantir sua eficácia nas diferentes aplicações relacionadas para a espécie.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material vegetal

A coleção da espécie *Croton grewoides* Baill. está inserida no Banco Ativo de Germoplasma de Plantas Medicinais e Aromáticas localizado na Fazenda Experimental “Campus Rural”, Universidade Federal de Sergipe (UFS), município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil (11°00’S, 37°12’O). A coleção foi implantada em delineamento em blocos casualizados com três repetições e duas plantas por parcela.

A região possui uma precipitação média anual de 1.200 mm, temperatura média de 25,5°C e umidade relativa do ar em torno de 75%. O período de chuvas concentra-se entre abril e agosto. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima local é do tipo As, caracterizado como tropical chuvoso com verão seco.

As folhas de uma planta do acesso CGR-113 foram coletadas às 6h, 9h, 12h, 15h e 18h, do dia 06 de janeiro de 2026.

3.2. Isolamento e teor dos óleos essenciais

As folhas coletadas foram postas para secar em estufa de circulação de ar forçada, à temperatura de $40 \pm 1^\circ\text{C}$, por um período de cinco dias. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado acoplado a um balão de fundo redondo de 3 litros por 120 minutos (EHLERT et al., 2006). A extração foi realizada usando 30 g de folhas secas e 1,5 L de água destilada, em triplicata, e os óleos essenciais extraídos foram conservados a -20°C até a realização da análise química.

O teor de óleo essencial foi calculado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Teor (\%)} = [(Vol/MS)] \times 100$$

Vol= Volume de óleo essencial extraído da amostra;

MS= Massa seca da amostra.

3.3. Composição química dos óleos essenciais

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal de Sergipe, utilizando um CG/EM/DIC (GCMSQP2010

Ultra, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) equipado com um amostrador com injeção automática AOC-20i (Shimadzu). As separações foram realizadas em uma coluna capilar de sílica fundida Rtx®-5MS Restek (5% difenil-95%-dimetilpolisiloxano) 30 m x 0,25 mm de diâmetro interno, 0,25 µm de espessura de filme, em um fluxo constante de Hélio 5.0 com taxa de 1,0 mL min⁻¹. A temperatura de injeção foi de 280 °C e 1,0 µL (10 mg mL⁻¹) de amostra foi injetado, com uma razão de split de 1:30. A programação de temperatura do forno teve início a partir de 50 °C (isoterma durante 1,5 min), com um aumento de 4 °C min⁻¹, até 200 °C, em seguida, a 10 °C min⁻¹ até 250 °C, permanecendo por 5 min. Para o CG/EM as moléculas foram ionizadas por ionização por elétrons com energia de 70 eV. Os fragmentos foram analisados por um sistema quadrupolar programado para filtrar fragmentos/íons com m/z na ordem de 40 a 500 Da e detectados por um multiplicador de elétrons. O processo de ionização para o CG/DIC foi realizado pela chama proveniente dos gases hidrogênio 5.0 (30 mL min⁻¹) e ar sintético (300 mL min⁻¹). O processamento de dados foi realizado no software CGMS *Postrun Analysis* (Labsolutions- Shimadzu).

A identificação dos constituintes foi realizada com base na comparação dos índices de retenção da literatura (ADAMS, 2007). Para o índice de retenção utilizou-se a equação de Van den Dool e Kratz (1963) em relação a uma série homóloga de n-alcenos (nC9- nC22). Também foram utilizadas três bibliotecas do equipamento WILEY8, NIST107 e NIST21 que permite a comparação dos dados dos espectros com aqueles constantes das bibliotecas, utilizando um índice de similaridade de 90%.

3.4. Análises estatísticas

A média e o erro padrão da média foram utilizados para apresentar os resultados referentes à composição química do óleo essencial do acesso CGR-113 extraído de folhas coletadas em diferentes horários. A análise de componentes principais (ACP) foi realizada utilizando o comando “*prcomp*” no ambiente R e a de dissimilaridade, com base na distância Euclidiana, com o auxílio do pacote *vegan* (OKSANEN et al., 2022). A visualização das análises de dissimilaridade foi realizada com o auxílio do pacote *factoextra* (KASSAMBRA e MUNDT, 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação conjunta ou isolada de diferentes fatores ambientais, como umidade, luminosidade, precipitação e temperatura, pode resultar em variações nas respostas bioquímicas e/ou fisiológicas da planta, as quais são responsáveis pelas alterações observadas no teor e na composição química dos metabólitos secundários (MATOS et al., 2025). A maior média para o teor de óleo essencial (%) do acesso CGR-113 de *Croton grewoides* foi observada às 6h (5,33%) e a menor às 4,67 (18h) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química e teor de óleos essenciais do acesso CGR-113 de *Croton grewoides* Baill. em função do horário de colheita das folhas. UFS, São Cristóvão - SE, 2026.

Compostos	IRRI	6h	9h	12h	15h	18h
C1	1403	88,34± 0,08	88,65± 0,04	90,52± 0,10	88,91± 0,05	90,88± 0,15
C2	1417	2,12 ± 0,01	2,15 ± 0,02	1,71 ± 0,01	2,14 ± 0,03	1,64 ± 0,03
C3	1559	0,96 ± 0,04	0,86 ± 0,00	0,73 ± 0,01	0,84 ± 0,01	0,60 ± 0,03
C4	1577	4,03 ± 0,04	3,75 ± 0,03	3,19 ± 0,05	3,66 ± 0,01	2,91 ± 0,06
C5	1667	1,61 ± 0,01	1,56 ± 0,00	1,25 ± 0,06	1,57 ± 0,07	1,23 ± 0,13
C6	1784	1,67 ± 0,01	1,69 ± 0,03	1,29 ± 0,02	1,59 ± 0,02	1,32 ± 0,02
FP (%)	-	89,95	90,21	91,77	90,48	92,11
SO (%)	-	5,70	5,44	4,48	5,25	4,23
SH (%)	-	3,98	3,01	2,44	2,98	2,24
Total	-	98,73	98,66	98,69	98,71	98,58
TOE	-	5,33 ± 0,00	4,89 ± 0,22	4,89 ± 0,29	4,89 ± 0,11	4,67 ± 0,00

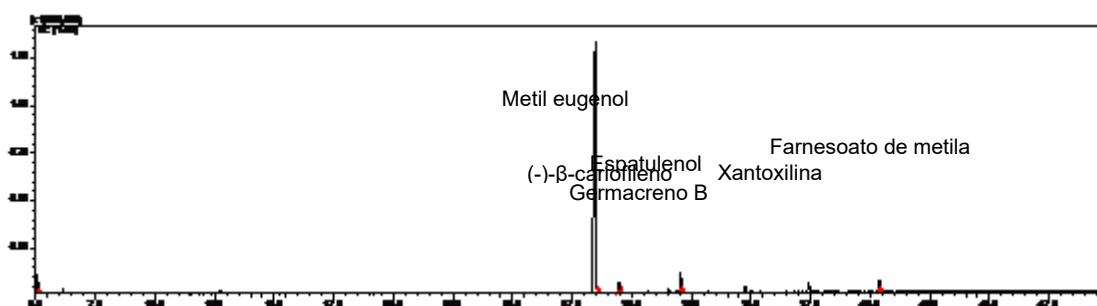
Média ± erro padrão da média. C1: Metil eugenol; C2: (-)-β-cariofileno; C3: Germacreno B; C4: Espatuleno; C5: Xantoxilina; C6: Farnesoato de metila; TOE: teor de óleo essencial; IRRI: índice de retenção relativo da literatura; FP: fenilpropanóides; SO: sesquiterpenos oxigenados; SH: sesquiterpenos hidrocarbonetos.

O maior teor de óleo essencial (TOE) registrado às 6h pode estar associado ao acúmulo dos metabólitos voláteis no período noturno, possivelmente associado à menor temperatura e à reduzida volatilização neste período. O maior teor de óleo essencial para a espécie *Croton zehntneri* (sinonímia de *Croton grewoides*) foi observado às 12h (1,79%) e o menor às 20h (0,85%) (RIBEIRO et al., 2015). Em estudo com a espécie *Allium stracheyi*, foi observado maior teor de óleo essencial às 12h e 15h (1.02 % e 0.5 %, respectivamente) e menor às 6h e 9h (0.02 % e 0.1 %, respectivamente) (GARGI

et al., 2025). Para a espécie *Piper divaricatum* o maior teor de óleo essencial foi observado às 14h (4,71%), e o menor às 18h (4,05%) (FERREIRA et al., 2020). O teor de óleo essencial na estação seca para a espécie *Calycolpus goetheanus* foi superior quando as folhas foram coletadas às 9h (2,4%) e menor quando coletadas às 15h (1,2%) (SANTOS et al., 2020). Estes dados confirmam que o teor de óleo essencial extraído de folhas coletadas em diferentes horários é diretamente influenciado pela espécie e genótipos analisados.

O perfil químico observado para o óleo essencial, extraído de folhas coletadas às 6h, do acesso CGR-113 de *Croton grewoides* está apresentado na Figura 2.

Figura 2. Perfil químico do óleo essencial extraído de folhas, coletadas às 6h, do acesso CGR-113 de *Croton grewoides* Baill. UFS, São Cristóvão - SE, 2026.



Na análise química dos óleos essenciais do acesso CGR-113 foi possível identificar seis compostos, com área percentual acima de 0,9%, o que resultou na análise de no mínimo 98% dos compostos (Tabela 2). O composto majoritário identificado foi o metil eugenol (88,34 – 90,88%), o qual pertence à classe dos fenilpropanóides. A proporção relativa de fenilpropanóides (C1 e C5) variou de 89,95% (6h) a 92,11% (18h); a de sesquiterpenos hidrocarbonetos (C2 e C3) variou de 2,24 (18h) a 3,08 (6h); e a de sesquiterpenos oxigenados (C4 e C6) variou de 4,23 (18h) a 5,7 (6h).

O horário de coleta alterou a porcentagem relativa dos compostos identificados nos óleos essenciais do acesso CGR-113 (Tabela 1). Os maiores valores médios foram observados às 12h e 18h para o composto metil eugenol (90,52% e 90,88%, respectivamente); e às 6h, 9h e 15h para os compostos (-)-β-cariofileno (2,12%; 2,15% e 2,14%, respectivamente), germacreno B (0,96%; 0,86% e 0,84%, respectivamente) e xantoxilina (1,61%; 1,56% e 1,57%,

respectivamente). A maior porcentagem relativa do composto espatulenol foi observada às 6h (4,03%); e do composto farnesoato de metila às 6h (1,67%) e 9h (1,69%) (Tabela 2).

Os resultados observados podem estar associados às variações nas condições climáticas durante o dia, como luz, temperatura e umidade relativa. A redução observada dos sesquiterpenos ao longo do dia pode estar associada à volatilização térmica, enquanto o metil eugenol mostrou-se mais estável no decorrer do dia. O metil eugenol é um fenilpropanoide derivado da via do ácido chiquímico e em sua síntese está envolvida a enzima fenilalanina amônia-liase (PAL), cuja atividade é regulada pela luz, o que pode justificar o aumento de sua proporção relativa às 12h.

Para *Croton blanchetianus*, o composto espatulenol não foi detectado no óleo essencial extraído de folhas coletadas às 20h, enquanto apresentou porcentagem relativa superior a 23% às 8h e 12h; e para a espécie *Croton nepetifolius*, a porcentagem desse composto foi menor às 20h (0,75%) e superior às 12h (4,41%) (RIBEIRO et al., 2015). Estes resultados corroboram com o observado no presente estudo, em que a menor concentração de espatulenol foi observada às 18h (2,91%). Em contrapartida, o percentual relativo dos compostos germacreno B e espatulenol não apresentou variação significativa nos óleos essenciais de *Myrcia sylvatica* extraídos de folhas coletadas em diferentes horários (RAPOSO et al., 2018).

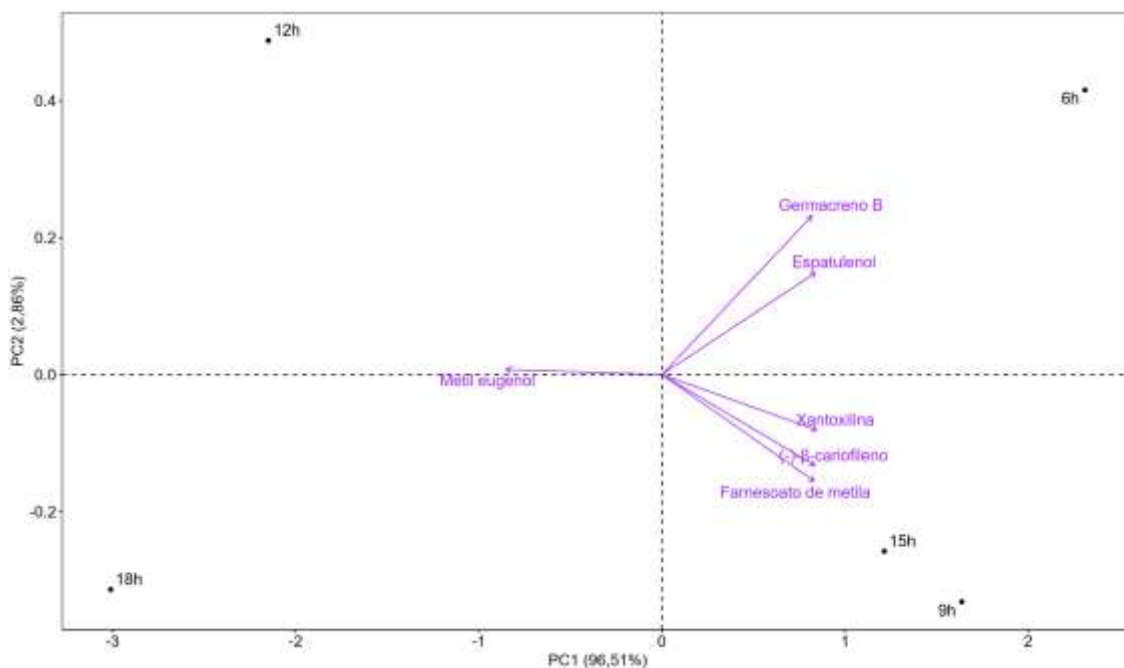
A espécie *Croton nepetifolius* apresentou maior porcentagem relativa do composto metil eugenol às 8h (50,2%) e menor às 20h (30,4%), comportamento diferente do que foi observado para a espécie *Piper divaricatum*, em que a porcentagem relativa foi superior quando as folhas foram coletadas as 22h (Ferreira et al., 2020); e do presente estudo em que maiores médias foram detectadas às 12h (90,52%) e 18h (90,88%). E, com relação ao composto (-)- β -cariofileno, foi detectado apenas às 20h para as espécies *Croton blanchetianus* (6,35%) e *Croton nepetifolius* (9,68%) (RIBEIRO et al., 2015).

A análise dos óleos essenciais de *Pectis brevipedunculata* extraídos de folhas coletadas em diferentes horários permitiu detectar maior porcentagem de sesquiterpenos hidrocarbonetos (1,8%) e oxigenados (0,7%) às 6h, enquanto menor proporção foi observada às 15h (0,9%) para os sesquiterpenos hidrocarbonetos e às 12h e 15h (0,1%) para os oxigenados (CAMARA et al.,

2023). Estes resultados corroboram com o encontrado no presente estudo, visto que maior porcentagem de sesquiterpenos oxigenados e hidrocarbonetos foi observada às 6h (5,70 e 3,98, respectivamente). Em contrapartida, Santos et al. (2020) ao analisar a composição química de óleos essenciais de *Calycolpus goetheanus* observaram correlação positiva entre os sesquiterpenos oxigenados e radiação solar e, uma correlação negativa entre os sesquiterpenos hidrocarbonetos e radiação solar.

Os resultados descritos acima estão em consonância com os resultados observados na ACP (Figura 3). Os dois primeiros componentes principais explicaram 99,37% da variabilidade dos dados. O primeiro componente principal, responsável por 96,51% da variabilidade dos dados, foi positivamente correlacionado com as variáveis germacreno B, espatulenol, xantoxilina, (-)- β -cariofileno e farnesoato de metila; e negativamente associado à variável metil eugenol. O segundo componente principal, responsável por explicar 2,86% da variabilidade, foi positivamente correlacionado às variáveis germacreno B e espatulenol; e negativamente associado às variáveis xantoxilina, (-)- β -cariofileno e farnesoato de metila.

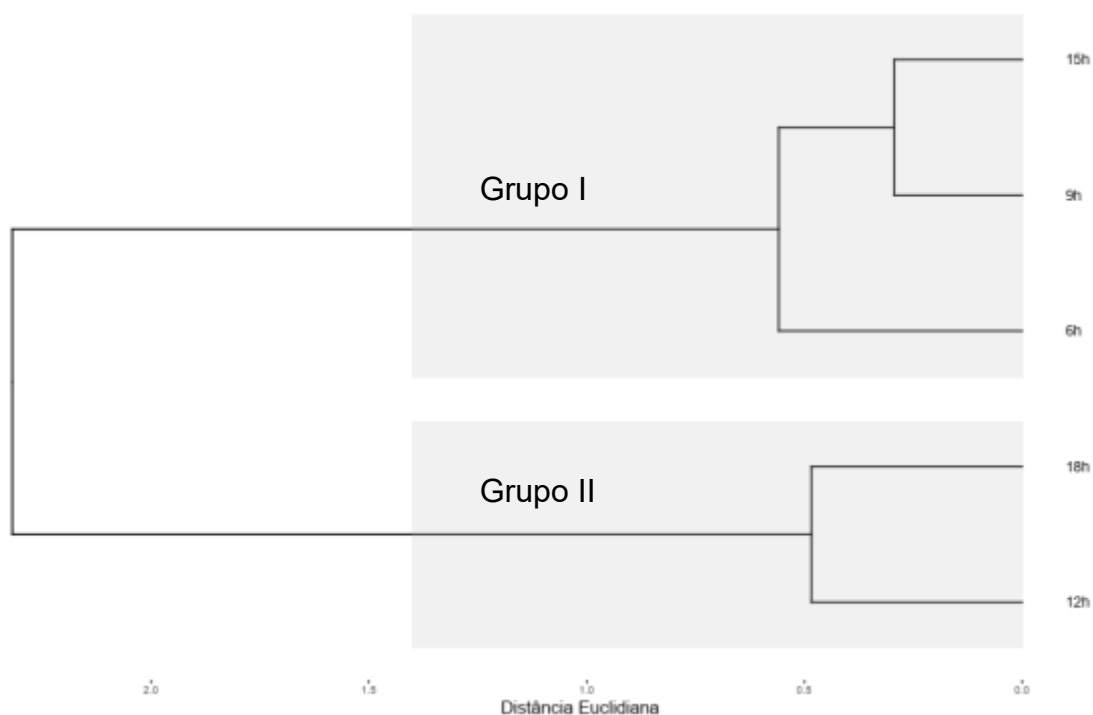
Figura 3. Análise de componentes principais (ACP) dos compostos identificados nos óleos essenciais de *Croton grewoides* Baill. extraídos de folhas coletadas em diferentes horários. UFS, São Cristóvão - SE, 2026.



Os óleos essenciais extraídos das folhas coletadas às 12h e 18h estão associados aos maiores valores de metil eugenol; em contrapartida os óleos essenciais extraídos das folhas coletadas às 6h apresentaram maiores valores dos compostos germacreno B e espatulenol; e àqueles extraídos de folhas coletadas às 9h e 15h apresentaram os maiores valores dos compostos xantoxilina, (-)- β -cariofileno e farnesoato de metila (Figura 3). A PCA permitiu observar os horários de coleta das folhas que apresentaram perfil químico quantitativo semelhante e os compostos que estão positivamente correlacionados, como a xantoxilina, (-)- β -cariofileno e farnesoato de metila; e germacreno B e espatulenol.

A análise de agrupamento evidenciou que os óleos essenciais extraídos de folhas coletadas às 12h e 18h apresentaram perfil químico com maior similaridade, divergindo dos óleos essenciais extraídos de folhas coletadas às 6h, 9h e 15h. Estas alterações provavelmente são decorrentes de alterações nos processos metabólicos e fatores ambientais, como umidade relativa, radiação solar e temperatura, que afetam as rotas biossintéticas (GARGI et al., 2025).

Figura 4. Análise de agrupamento, baseada na distância Euclidiana, dos horários de coleta com base na composição química dos óleos essenciais de *Croton grewoides* Baill. UFS, São Cristóvão - SE, 2026.



5. CONCLUSÃO

O acesso CGR-113 de *Croton grewoides* apresenta como composto majoritário o metil eugenol, o qual é diretamente afetado pelo horário de coleta das folhas, juntamente com os demais compostos identificados. O horário que proporciona maior teor de óleo essencial é 6h, sendo indicado como melhor horário de coleta para garantir maior rendimento de óleo essencial. O significativo teor de óleo essencial e a alta porcentagem relativa de metil eugenol (superior a 80%), torna esse acesso promissor como fonte deste composto que apresenta diferentes atividades biológicas comprovadas, como a antioxidante.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO-NEVES, I.; CAMARA, C. Volatile constituents of two croton species from caatinga biome of Pernambuco-Brasil. **Rec. Nat. Prod.** 6(2), p. 161-165, 2012.

CAMARA, M; LIMA, A; JUMBO, L; TAVARES, C; MENDONÇA, C; MONTEIRO, O; ARAÚJO, S; DE OLIVEIRA, EUGÊNIO; NETO, J; MAIA, J; COSTA-JUNIOR, L; DA ROCHA, C. Seasonal and Circadian Evaluation of the *Pectis brevipedunculata* Essential Oil and Its Acaricidal Activity against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Journal of the brazilian chemical society**, p. 1-10, 2023.

CARNEIRO-TORRES, D. S.; CORDEIRO, I.; GIULIETTI, A. M.; BERRY, P. E.; RINNA, R. Three new species of Croton (Euphorbiaceae s.s.) from the Brazilian Caatinga. **Brittonia**, v. 63, n. 1, p. 122-132, 2011.

CARUZO, M.B.R.; SECCO, R.S.; MEDEIROS, D.; RIINA, R.; TORRES, D.S.C.; SANTOS, R.F.D.; PEREIRA, A.P.N.; ROSSINE, Y.; LIMA, L.R.; MUNIZ FILHO, E.; VALDUGA, E. 2020. *Croton* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17516>>.

CORDEIRO, I.; SECCO, R.; CARDIEL, J.M.; STEINMANN, V.; CARUZO, M.B.R.; RIINA, R.; LIMA, L.R.; MAYA-L C.A.; BERRY, P.; CARNEIRO-TORRES, D.S.; SILVA, O.L.M.; SALES, M.F.D.; SILVA, M.J.; SODRÉ, R.C.; MARTINS, M.L.L.; PSCHIEDT, A.C.; ATHIÊ-SOUZA, S.M.; MELO, A.L.D.; OLIVEIRA, L.S.D.; PAULA-SOUZA, J.; SILVA, R.A.P. 2015. **Euphorbiaceae** in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB113>.

FERREIRA, G. K. DOS S., MARGALHO, J. F., ALMEIDA, L. Q., ANJOS, T. O. DOS, CASCAES, M. M., NASCIMENTO, L. D. DO, & ANDRADE, E. H. DE A. Avaliação sazonal e circadiana do óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* G. Mey. (Piperaceae) / Seasonal and circadian evaluation of the essential oil of *Piper divaricatum* G. Mey. (Piperaceae) Leaves. **Brazilian Journal of Development**, 6(6), 41356–41369, 2020.

FIGUEIREDO, A.; BARROSO, J.; PEDRO, L.; SCHEFFER, J Factors affecting secondary metabolite production in plants: Volatile components and essential oils. **Flavour and Fragrance Journal**. 23. 213 - 226. 10.1002/ffj.1875, 2008.

Flora e Funga do Brasil. *Croton* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB17516>>. Acesso em: 24 fev. 2026

GALVÃO FS, DA ROCHA CQ, MONTEIRO OS, FIGUEIREDO PLB, SANTOS PVL, MAIA JGS. Seasonal and Circadian Evaluation of the Essential Oil of *Dizygostemon riparius* (Plantaginaceae), a Wild Flavoring Herb from East Maranhão, Brazil. **Chem Biodivers**. 20(8), 2023.

GARGI, B., SEMWAL, D.K.; PAINULI, S.; TRIVEDI, V.L.; TRIPATHI, V., RAI, N. Impact of circadian rhythm and seasonal variability on the essential oil of *Allium stracheyi* Baker from Uttarakhand, Himalaya. **Food Chemistry**, 29, 2025.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P.; Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7, 2020.

LIMA, L. R. de; PIRANI, J. R. O gênero *croton* (euphorbiaceae) na cadeia do espinhaço, minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 21, n. 2, p. 299-344, 2003.

MATOS, C.; CARVALHO, PALOMA & BOTELHO, ALEX & FORIM, MOACIR & MATOS, ANDREIA & CUNHA, GRACIELLE & ALVES, CÁSSIA & CAZAL, CRISTIANE. Influence of Extraction Time and Circadian Rhythm on the Content, Chemical Composition and Antifungal Activity of the Essential Oils from *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) Leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. 2025, 36, 6, 2025.

MOURA, D.F.; MARTINS, R.D; SILVA. M.V. Nerolidol: Fitoconstituente de óleos essenciais de plantas da Caatinga. **Brazilian Journal of Development**, 5(12), p.33402-33416, 2019.

OKSANEN J, SIMPSON G, BLANCHET F, KINDT R, LEGENDRE P, MINCHIN P, O'HARA R, SOLYMOS P, STEVENS M, SZOECS E, WAGNER H, BARBOUR M, BEDWARD M, BOLKER B, BORCARD D, CARVALHO G, CHIRICO M, DE CACERES M, DURAND S, EVANGELISTA H, FITZJOHN R, FRIENDLY M, FURNEAUX B, HANNIGAN G, HILL M, LAHTI L, MCGLINN D, OUELLETTE M, RIBEIRO CUNHA E, SMITH T, STIER A, TER BRAAK C, WEEDON J. *_Vegan: Community Ecology Package_*. R package version 2.6-4, 2022.

OLIVEIRA, S. D. S.; SILVA, A. M. O.; BLANK, A.F.; NOGUEIRA, P. C. L.; NIZIO, D. A. C.; ALMEIDA-PEREIRA, C. S.; PEREIRA, R. O.; MENEZES-SÁ, T. S. A.; SANTANA, M. H. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F. Radical scavenging activity of the essential oils from *Croton grewioides* Baill accessions and the major compounds eugenol, methyl eugenol and methyl chavicol. **Journal of Essential Oil Research**, v. 33, n.1, p.94-103, 2020.

PRADO, V. M.; JESUS, R. A. D.; OLIVEIRA, J.; PEREIRA, C. S.; BLANK, A. F.; PEREIRA-FILHO, E. R.; CASS, Q. B.; LIMA, J. M. D.; FERREIRA, A. G.; NOGUEIRA, P. C.; MORAES, V. R. Evaluation of the Seasonality and Extraction Method on the Polar Extracts of *Croton grewioides* Baill. by Chromatogram Fingerprinting and Isolation of a New Triglycosylated Flavonoid. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 32, n. 2, p.385-394, 2021.

RAMOS, Y.J.; COSTA-OLIVEIRA, C.D.; CANDIDO-FONSECA, I.; QUEIROZ, G.A.D.; GUIMARÃES, E.F.; DEFAVERI, A.C.A.E.; SADGROVE, N.J.; MOREIRA, D.D.L. Advanced Chemophenetic Analysis of Essential Oil from Leaves of *Piper gaudichaudianum* Kunth (Piperaceae) Using a New Reduction-Oxidation Index to Explore Seasonal and Circadian Rhythms. **Plants** 10, 2021.

RAPOSO, J. D. A., RAPOSO, J. D. A., FIGUEIREDO, P. L. B., SANTANA, R. L., SILVA JUNIOR, A. Q. DA, SUEMITSU, C., SILVA, R. F. DA, MOURÃO, R. H. V., MAIA, J. G. S., & MAIA, J. G. S. Seasonal and circadian study of the essential oil of *Myrcia sylvatica* (G. Mey) DC., a valuable aromatic species occurring in the Lower Amazon River region. *Biochemical Systematics and Ecology*, 79, 21–29, 2018.

RIBEIRO, S. M., BONILLA, O. H., & LUCENA, E. M. P. Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* da Caatinga. *Iheringia, Série Botânica.*, 73(1), 31–38, 2015.

RODRIGUES, T. C; GOIS, I. B.; FERNANDES, R. P. M.; Blank, A. F.; SANDES, R. D. D.; LEITE NETA, M. T. S.; NARAIN, N.; ARRIGONI-BLANK, M. F. Chemical characterization and antimicrobial activity of essential oils from *Croton grewoides* Baill. accessions on the phytopathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 193, p. 105454, 2023.

SANTOS, EL; LIMA, AM; MOURA, VFS; SETZER, WN; SILVA, JKR; MAIA, J.G.S.; CARNEIRO, J.S.; FIGUEIREDO, PLB. Seasonal and Circadian Rhythm of a 1,8-Cineole Chemotype Essential Oil of *Calycolpus goetheanus* From Marajó Island, Brazilian Amazon. **Natural Product Communications**, 15(6), 2020.

SANTOS, N.C.; DE SILVA, J.E.; SANTOS, A.C.C.; DANTAS, J.O.; TAVARES, S.R.S.A.; ANDRADE, V.S.; OLIVEIRA, S.D.S.; BLANK, A.F.; ARAÚJO, A.P.A.; BACCI, L. Bioactivity of essential oils from *Croton grewoides* and its major compounds: Toxicity to soybean looper *Chrysodeixis includens* and selectivity to the predatory stink bug *Podisus nigrispinus*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, p. 18798–18809, 2022.

SELMAR, D.; KLEINWACHTER, M. Stress Enhances the Synthesis of Secondary Plant Products: The Impact of Stress-Related Over-Reduction on the Accumulation of Natural Products. *Plant Cell Physiol.* 54(6): 817–826, 2013.

SHIH, M. L.; MORGAN, J. A. Metabolic flux analysis of secondary metabolism in plants. **Metabolic Engineering Communications**, v.10, n.1, 2020.

SILVA, J. S.; SALES M. F., GOMES A. P. S.; CARNEIRO-TORRES D. S. Sinopse das espécies de *Croton* L. (Euphotbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 441-453, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Metabolismo secundário. *in*: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Artmed Editora LTDA, 2013. p. 369-400.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. Ed., Artmed, Porto Alegre, p.888, 2017.

TWAIJ, B.M.; HASAN, M.N. Bioactive Secondary Metabolites from Plant Sources: Types, Synthesis, and Their Therapeutic Uses. **International Journal of Plant Biology**. 13(1), 4-14, 2022.