

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Graduação em Engenharia Florestal
Campus de Belém – CCNT - V



Jéfyne Campos Carréra

**ESTRUTURAS SECRETORAS E RENDIMENTO
DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Croton sacaquinha*
CROIZAT. E DOIS MORFOTIPOS DE *Croton*
cajucara BENTH. (EUPHORBIACEAE)**

Belém
2016

Jéfyne Campos Carréra

Estruturas secretoras e rendimento de óleo essencial de *Croton sacaquinha* Croizat. e de dois morfotipos de *Croton cajucara* Benth. (EUPHORBIACEAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial, ao curso de Engenharia Florestal, do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, para a obtenção do título de Engenheiro Florestal da Universidade do Estado do Pará.

Orientadora: Dra. Fernanda Ilkiu Borges de Souza
Coorientadora: Prof. Msc. Eunice Gonçalves Macedo

Belém
2016

Jéfyne Campos Carréra

**Estruturas secretoras e rendimento de óleo essencial de
Croton sacaquinha Croizat. e de dois morfotipos de *Croton*
cajucara Benth. (EUPHORBIACEAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial, ao curso de Engenharia Florestal, do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, para a obtenção do título de Engenheiro Florestal da Universidade do Estado do Pará.

Orientadora: Dsc. Fernanda Ilkiu Borges de Souza
Coorientadora: Prof. Msc. Eunice Gonçalves Macedo

Data de aprovação: 20 / 12 / 2016

Banca examinadora:


Orientador
Fernanda Ilkiu Borges de Souza
Doutora em Ciências Biológicas (Botânica)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (CPATU)


Coorientador
Eunice Gonçalves Macedo
Mestre em Agronomia
Universidade do Estado do Pará - UEPA


Silvana Neves de Melo
Mestre em Botânica
Universidade do Estado do Pará - UEPA


Rolf Junior Ferreira Silva
Doutor em Ciências Biológicas (Botânica)
Museu Paraense Emilio Goeldi - MPEG

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por ter sempre me guardado e por todas bênçãos que recebi.

À Universidade do Estado do Pará, em especial aos corpos docente e administrativo do Curso de Engenharia Florestal que, apesar das dificuldades se empenharam no desenvolvimento das atividades necessárias à formação de profissionais.

Às minhas orientadoras Fernanda Ilkiu-Borges (EMBRAPA) e Eunice Macedo (UEPA), por todo conhecimento e experiências compartilhados.

Aos meus pais, Kátia Campos e Jeferson Carréra, por todos os incentivos e por me proporcionarem as oportunidades que eles mesmos não tiveram.

Aos meus irmãos, Grazyanne, Grazielle, Jeferson e Clara, bem como as minhas avós, tias e família como um todo, por me acompanharem e incentivarem durante meus estudos.

À Embrapa Amazônia Oriental pelo fornecimento de estrutura utilizada na elaboração deste trabalho, em especial ao Seu Paulo, do Horto de Plantas Medicinais e à equipe do Laboratório de Botânica.

À Marta Freire, pelo auxílio nos testes histoquímicos; e à equipe do Laboratório de Química da UEPA, coordenadora Maricely, técnicas e estagiários, que auxiliaram na metodologia de extração de óleos essenciais. Assim como ao Professor Manoel Tavares, pelo auxílio nas análises estatísticas.

E aos meus amigos de “Florestal” que me acompanharam nesses longos anos de curso: Ana, Walysson, Caio, Joces e Cinthya, por todos os trabalhos feitos, todas as conversas após o almoço e as caronas para a Embrapa. Às minhas amigas de curso e companheiras de monitoria e estágio, Nara e Larissa, que colaboraram bastante neste trabalho, seja na coleta de material ou no incentivo ao término dele.

CARRÉRA, Jéfyne Campos. **ESTRUTURAS SECRETORAS E RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Croton sacaquinha* CROIZAT. E DOIS MORFOTIPOS DE *Croton cajucara* BENTH.(EUPHORBIACEAE)**. 2016. 48fls. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Pará, Belém-PA, 2016.

RESUMO

Croton L. se destaca dentro da família Euphorbiaceae por sua variabilidade morfológica e por ser encontrado em todos os ecossistemas. Espécies de *Croton* possuem propriedades medicinais e são utilizadas na medicina popular, a exemplo de *Croton cajucara* Benth. e *C. sacaquinha* Croizat., conhecidas como sacaca e sacaquinha, as quais por apresentarem óleo essencial rico em linalol, princípio ativo secretado por determinadas estruturas encontradas nas folhas, permitem sua utilização na indústria de perfumaria. Estudos fitoquímicos comparativos entre essas espécies foram feitos, no entanto, não foram encontrados na literatura, análises comparativas das estruturas anatômicas relacionadas ao rendimento do óleo entre essas espécies. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar morfoanatomicamente as folhas de *C. sacaquinha* e de dois morfotipos de *C. cajucara*, com ênfase às estruturas secretoras de óleo, bem como, avaliar o rendimento dos óleos essenciais. Foram retiradas folhas de indivíduos presentes no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental. As folhas foram processadas de acordo com normas e protocolos utilizados em microscopia óptica e de varredura eletrônica e a extração do óleo essencial foi feita por meio da técnica de hidrodestilação. As espécies se diferenciaram pelo tipo de tricoma estrelado e pela posição dos idioblastos secretores. A reação positiva para lipídios foi observada na região da cutícula, no interior dos tricomas estrelados, dos glandulares e nos idioblastos. Além disso, houveram diferenças significativas, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade, entre as espécies tanto para quantidade de estruturas secretoras, quanto para rendimento de óleo essencial. *C. sacaquinha* obteve os maiores valores médios de quantidade de estruturas secretoras e rendimento de óleo essencial em comparação aos morfotipos de *C. cajucara*.

Palavras-chave: Histoquímica. Hidrodestilação. Plantas medicinais. Sacaca.

CARRÉRA, Jéfyne Campos. **SECRETORY STRUCTURES AND YIELD OF ESSENTIAL OIL OF *Croton sacaquinha* CROIZAT. AND TWO MORPHOTYPES OF *Croton cajucara* BENTH. (EUPHORBIACEAE).** 2016. 48fls. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Pará, Belém-PA, 2016.

ABSTRACT

Croton L. stands out within Euphorbiaceae family by their morphological variability and for being found in all ecosystems. *Croton* species have medicinal properties and are used in folk medicine, an example of *Croton cajucara* Benth. and *C. sacaquinha* Croizat., known as sacaca and sacaquinha, which by presenting an essential oil linalool-rich, active principle secreted by certain structures found in the leaves, allow their use in the perfume industry. Comparative phytochemical studies among these species were made, however, have not been found, in literature, comparative analysis of the anatomical structures related to the oil yield among these species. Therefore, the objective of this work was to characterize the morphoanatomically leaves of *C. sacaquinha* and of two morphotypes of *C. cajucara*, with emphasis on secretory structures of oil, as well as to evaluate the yield of essential oils. Leaves were collected from individuals present in the garden of medicinal plants of Embrapa Amazônia Oriental. The leaves were processed according to rules and protocols used in optical and electronic scanning microscopy; and the extraction of the essential oil was made by hydrodistillation technique. The species differed by type of starred trichome and the position of the secretory idioblasts. The positive reaction to lipids was observed in the region of the cuticle, inside of the starred and glandular trichomes and in idioblasts. In addition, there were significant differences by Tukey test at 5% probability, between the species for amount of secretory structures and essential oil yield. *C. sacaquinha* obtained the highest average values of amount of secretory structures and essential oil yield in comparison to morphotypes of *C. cajucara*.

Keywords: Histochemistry. Hydrodistillation. Medicinal plants. Sacaca.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1 - Detalhes das folhas de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* (Euphorbiaceae). **A -C**: Folha completa; **C- E**: superfície adaxial; **G-I**: superfície abaxial; **J- L**: pecíolo. **A, D, G, J**: *C. sacaquinha*.; **B, E, H, K**: *C. cajucara* (morfotipo folha comum); **C, F, I, L**: *C. cajucara* (morfotipo folha vermelha). Barra de escala: 1mm. 29
- FIGURA 2 - Eletromicrografias de varredura (MEV) de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* (Euphorbiaceae). **A e E**: *C. cajucara*. **B, C, D e F**: *C. sacaquinha*. **CE**: Cera epicuticular. **Te**:Tricoma estrelado; **Tep**:Tricoma estrelado “porrecto”; **Tg**:Tricoma glandular. Barra de escala: 50 µm. 30
- FIGURA 3 - Fotomicrografias de material dissociado de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* (Euphorbiaceae). **A, C e E**: superfície adaxial; **B, D e E**: superfície abaxial. **A e B**:*C. sacaquinha*; **C e D**:*C. cajucara* (morfotipo folha vermelha). **E e F**:*C. cajucara* (morfotipo folha comum). **Is**: Idioblasto secretor; **Te**:tricoma estrelado; **Tg**:Tricoma glandular. Barra de escala: 100 µm. 31
- FIGURA 4 - Fotomicrografias das estruturas secretoras foliares de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* (Euphorbiaceae), evidenciando resultado histoquímico positivo para lipídeos. **A a C**: *C. sacaquinha*. **D e F**:*C.cajucara*(morfotipo folha vermelha); **E**:*C. cajucara* (morfotipo folha comum). **Abx**: superfície abaxial; **Adx**: superfície adaxial; **Ct**: Cutícula; **Is**: Idioblasto secretor; **Pp**: Parênquima paliçádico; **Pe**: Parênquima esponjoso; **Te**:Tricoma estrelado; **Tep**:Tricoma estrelado “porrecto”;**Tg**: Tricoma glandular. **Setas**: secreção lipofílica. Barra de escala: 20 µm. 32
- FIGURA 5 - Rendimento do óleo essencial, em % relativa à massa de folhas de *C. sacaquinha* e dois morfotipos de *C. cajucara*. 34

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - Quantidade das estruturas secretoras de óleo por mm² das faces abaxial, adaxial e pecíolo de folhas de *Croton sacaquinha* Croizat. E dos morfotipos de *C. cajucara* Benth. (folha comum e folha vermelha) 28
- TABELA 2 - Quantidade de estruturas secretoras, por mm², nas regiões de ápice, meio, base de folhas de *Croton sacaquinha* Croizat. e dos morfotipos de *C. cajucara* Benth. (folha comum e folha vermelha) 28
- TABELA 3 - Valores médios (Me), de máximo (Max), mínimo (Min) e desvio padrão (DP) de volume (mL) e de densidade (g/cm³) de óleos essenciais extraídos de indivíduos de *Croton sacaquinha* e de dois morfotipos de *C. cajucara*, por hidrodestilação. 33
- TABELA 4 - Análise de variância dos dados obtidos de rendimento de óleo essencial obtido de folhas de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos de *C. cajucara*. 33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 GERAL	12
2.2 ESPECÍFICOS	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 EUPHORBIACEAE JUSS.	13
3.2 <i>Croton</i> L.	14
3.2.1 <i>Croton cajucara</i> Benth.	15
3.2.2 <i>Croton sacaquinha</i> Croizat.	16
3.3 ESTRUTURAS SECRETORAS	17
3.4 ÓLEOS ESSENCIAIS	19
3.6 IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS ANATÔMICOS PARA A PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO	21
4.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOANATÔMICA	21
4.3 QUANTIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS SECRETORAS	22
4.4 FOTOGRAFIAS, FOTOMICROGRAFIAS E ELETROFOTOMICROGRAFIAS	22
4.5 RENDIMENTO DE ÓLEOS ESSENCIAIS	23
4.6 TESTES ESTATÍSTICOS	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destacou-se em 2013 na produção de óleos essenciais, ao lado da Índia, China e Indonésia, sendo considerados os quatro grandes produtores mundiais (PAULUS et al., 2013).

Os óleos essenciais constituem um dos mais importantes grupos de matérias primas para as indústrias de alimentos, farmacêutica, perfumaria e afins. Apresentam em sua composição compostos que são utilizados na fabricação de outros produtos, como flavorizantes, medicamentos naturais, essências (ou na fixação delas), sendo, portanto, necessárias sempre grandes quantidades de óleo para garantir a produção dessas indústrias. (LADEIRA, 2002; ALCÂNTARA et al., 2010).

Podem ser constituídos por uma mistura complexa de diversas classes de substâncias, dentre elas os fenilpropanóides, mono e sesquiterpenos, dentre outros, pertencentes ao metabolismo secundário das plantas (MORAIS, 2009).

As espécies *Croton cajucara* Benth. e *C. sacaquinha* Croizat., comumente conhecidas na região amazônica como sacaca ou cajuçara e sacaquinha, respectivamente, apresentam estruturas anatômicas em suas folhas que armazenam óleos essenciais ricos em linalol, sendo descrito como principal constituinte químico responsável pela ação farmacológica e cosmética dessas espécies (MENDONÇA; ILKIU-BORGES; SOUZA, 2008; CHAVES; BIZZO, 2010). O linalol é uma substância orgânica muito apreciada pela indústria de perfumaria por ser utilizado como fixador de perfumes (ANGELO et al., 2006; CHAVES et al., 2006).

As espécies citadas acima são medicinais e aromáticas e representam um recurso importante no tratamento de várias doenças, sendo antidiarreicas e anti-inflamatórias, utilizadas também no tratamento do diabetes, inflamação de fígado, rins, bexiga e para baixar o teor de colesterol no sangue (TIEPPO, 2007; CONCEIÇÃO; SILVA; MOTA, 2016).

O óleo essencial da sacaca pode ser usado para substituir o óleo extraído da *Aniba rosaeodora* Ducke, conhecida popularmente como pau-rosa, a qual tem sido explorada e, conseqüentemente, ameaçada de extinção (SOUZA; XAVIER; CHAVES, 2003).

Vários estudos foram realizados com *C. cajucara* e *C. sacaquinha*, que vão desde a farmacologia até tratamentos culturais específicos (CHAVES et al., 2006;

QUADROS et al., 2007; ALMEIDA et al., 2011; SOUZA et al., 2015; CONCEIÇÃO; SILVA; MOTA, 2016).

Croton cajucara é descrita na literatura como apresentando dois morfotipos distintos, “folha comum” e “folha vermelha”. Chaves et al. (2006), estudando fitoquimicamente os dois morfotipos de *C. cajucara*, afirmam que um deles apresenta maior teor de princípio ativo. Contudo, não foram encontrados estudos anatômicos das estruturas secretoras de óleo essencial, considerando os dois morfotipos supracitados.

Lopes et al. (2003), destacam a importância de se buscar alternativas de óleos essenciais que possam conter quantidades significativas de linalol. Ademais, Oliveira e Jose (2007), dizem que o método de extração pode influenciar a composição do óleo essencial, transformando ou degradando substâncias.

Em geral, a técnica utilizada para a extração de óleos essenciais é extração por arraste à vapor. Não foram encontrados estudos que comparem o rendimento de extração dos óleos essenciais de *C. cajucara* e *C. sacaquinha* pelo método de hidrodestilação, ou estudos que façam comparação entre os dois métodos de extração arraste à vapor e hidrodestilação.

Assim, busca-se caracterizar as folhas de *C. sacaquinha* e de dois morfotipos de *C. cajucara* morfoanatômica e histoquimicamente, visando a identificação, comparação e quantificação de estruturas secretoras de óleo essencial e o rendimento deste através do método de hidrodestilação, a fim de contribuir com a taxonomia, a farmacologia e a cosmetologia.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Caracterizar a morfoanatomia, a histoquímica e quantificar as estruturas secretoras de óleo das folhas de *Croton sacaquinha* Croizat. e de dois morfotipos de *C. cajucara* Benth, bem como, avaliar o rendimento dos óleos essenciais, e compará-los entre si.

2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Caracterizar a morfologia e histologia das folhas com enfoque às estruturas secretoras de óleo essencial;
- ✓ Aplicar testes histoquímicos para verificar a localização das estruturas secretoras de óleo essencial;
- ✓ Quantificar estruturas secretoras de óleo essencial;
- ✓ Avaliar e comparar o rendimento de óleos essenciais pelo método de hidrodestilação entre as espécies estudadas;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. EUPHORBIACEAE JUSS.

Euphorbiaceae Juss., inserida em Malpighiales, é considerada a maior família dentro desta ordem (APG IV, 2016). O centro de diversidade primário da família é a região indo-malaia e seu centro de diversidade secundário localiza-se na região neotropical (CARUZO, 2010). É considerada uma das principais famílias, por seu tamanho, diversidade e complexidade entre as Angiospermas (SECCO et al., 2012)

A família inclui aproximadamente 6000 espécies distribuídas em 300 gêneros (SOUZA; LORENZI, 2012). É composta por plantas de hábitos diferenciados podendo ser árvores, arbustos, ervas e lianas, às vezes espinescentes. Destacada nos trópicos e subtropicais, a família está presente nos continentes americano e africano, apresentando poucos gêneros extratropicais. Euphorbiaceae é nativa no Brasil, entretanto não é endêmica, sendo representada por 60 gêneros e 900 espécies. Ocorre em todos os domínios fitogeográficos do país: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (SECCO, 2005; OLIVEIRA; GIMENEZ; GODOY, 2007; LUCENA; AMORIM; ALVES, 2009; SECCO et al., 2012).

A presença de folhas simples e alternas, geralmente largas, exceto por algumas espécies de *Cluytia* e outros poucos gêneros que são ericoidais no hábito, raramente opostas ou verticiladas, látex branco leitoso, glândulas localizadas na base da lâmina foliar ou no ápice do pecíolo e a presença de estípulas (latescentes ou não) são características peculiares à família. As folhas das Euphorbiaceae também são caracterizadas pela presença de tricomas estrelados, pecíolos de base e/ou ápice dilatados de comprimentos diferentes entre as folhas do mesmo ramo (METCALFE; CHALK, 1950; RIBEIRO et al., 1999; SOUZA; LORENZI, 2012).

As folhas das Euphorbiaceae também podem ser compostas de lâminas comuns com mesófilo dorsiventral, de forma laminada ou sulcada são frequentemente centrais, enquanto que nas espécies suculentas, elas são muito reduzidas (METCALFE; CHALK, 1950).

Além disso, as folhas exibem uma variedade de estruturas internas em correlação com a diversidade apresentada na forma externa. A superfície foliar é frequentemente coberta por cera, especialmente entre as plantas suculentas do gênero *Euphorbia*. Os tricomas presentes também apresentam variedade em densidade e forma. E podem ser não glandulares ou glandulares. Os estômatos, exceto os encontrados na tribo *Crotoneae*, estão confinados a superfície abaxial,

ocorrendo raramente nas duas superfícies. Os pecíolos em corte transversal apresentam-se geralmente iguais (METCALFE; CHALK, 1950).

Vários tipos de estruturas secretoras são registrados para a família entre elas: células ou vasos laticíferos, células secretoras de taninos e de conteúdos resinosos e cavidades secretoras (METCALFE; CHALK, 1950).

Os principais gêneros da família Euphorbiaceae citados por Judd et al., (2009), são: *Euphorbia* (2.400 espécies), *Croton* (1.300 espécies), *Acalypha* (400 espécies), *Macaranga* (250 espécies), *Manihot* (150 espécies), *Tragia* (150 espécies), *Jatropha* (150 espécies), *Mallotus* (120 espécies), *Sapium* (100 espécies) e *Dalechampia* (100 espécies).

Euphorbiaceae possui grande importância na região amazônica, devido principalmente às espécies *Manihot esculentum* (mandioca), *Hevea brasiliensis* (seringueira), *Hura creptans* (assacu), *Ricinus communis* (mamona) e algumas espécies de *Phyllanthus* (quebra-pedra). Outras espécies de Euphorbiaceae são usadas como ornamentais com destaque para *Euphorbia pulcherrima* (bico-de-papagaio) e *Euphorbia millii* (coroa-de-cristo) (RIBEIRO et al., 1999; SOUZA; LORENZI, 2012).

Entre as Euphorbiaceae são registradas espécies tóxicas ao homem, seja pela ingestão das sementes como as de *Aleurites moluccana* (nogueira de iguape) e *Joannesia princeps* (purga de cavalo) ou pelo contato com o látex cáustico como os possíveis acidentes causados pelo contato com o látex de *Euphorbia tirucalli* (aveloz ou cego-olho). *Cnidioscolus*, *Croton*, *Euphorbia*, *Jatropha* e *Ricinus* são gêneros destacados dentro de Euphorbiaceae pelo uso medicinal caseiro (RIBEIRO et al., 1999; VAN DEN BERG, 2010; SOUZA; LORENZI, 2012).

3.2. *Croton* L.

Entre os principais centros de diversidade apontados para o gênero *Croton*, nos neotrópicos, estão o Brasil, seguido de Caribe e México. Além disso, *Croton* é comum a quase todos os ecossistemas brasileiros, a exemplo de *C. urucurana*, característico de florestas ciliares. (LORENZI; MATOS, 2008; CARUZO, 2016).

O gênero é composto por árvores, arbustos ou ervas, possuindo râmulos com pubescência estrelada, folhas predominantemente alternas, geralmente simples e inteiras, raramente lobadas, com glândulas nas margens da base do limbo ou ápice do pecíolo, indumento com tricomas tectores e glandulares, simples, estrelados,

lepidotos ou dendríticos. Apresenta inflorescências monoicas, racemosas ou espiciformes, com flores assexuadas em ciátio. (METCALFE; CHALK, 1950; VAN DE BERG, 2010).

Em algumas espécies de *Croton*, a epiderme foliar é constituída de células com paredes anticlinais lisas ou sinuosas, com a parede externa variando em espessura e a interna fortemente espessa. O mesofilo inclui de uma a duas camadas de parênquima paliçádico e uma região estreita de tecido esponjoso, apresentando, algumas vezes, também cristais. Os pecíolos podem apresentar um sistema vascular cilíndrico fechado, constituído na face abaxial, por um cordão semicircular de xilema e floema, e na face adaxial uma placa de xilema e floema fechando a abertura entre o final do arco abaxial (METCALFE; CHALK, 1950).

O gênero é o segundo maior dentro de Euphorbiaceae e é detentor de muitas espécies importantes economicamente. As espécies podem ser empregadas em reflorestamentos, por apresentarem características do grupo ecológico das pioneiras, ou seja, rápido crescimento e heliofilia (*C. floribunda*, *C. urucurana* e *C. piptocalyx*), ou na medicina tradicional devido às propriedades medicamentosas (*C. tricolor* e *C. cajucara*). Ainda há o registro de espécies caracterizadas como invasoras de culturas e pastagens, *C. glandulosus* (CARUZO, 2016).

Dentre as 40 seções que compõe o gênero *Croton*, a seção *Cleodora* é destacada por sua quantidade de espécies em ecossistemas florestais brasileiros e pelos usos medicinais atribuídos a algumas de suas espécies, a exemplo de *C. cajucara* Benth. (SALATINO et al., 2007; CARUZO et al., 2011; VITARELLI, 2013).

3.2.1 .*Croton cajucara* BENTH.

Croton cajucara ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste do Brasil, abrangendo os Estados do Pará, Amazonas, Rondônia, Roraima, Maranhão e Mato Grosso (CORDEIRO et al., 2015)

A espécie é classificada como arbusto a árvore de 2-12 m, que possui casca aromática, com folhas inteiras, cartáceas, elípticas ou elíptico-oblongas com 7-16 cm de comprimento e 3,5 – 5 cm de largura. É comumente chamada de cajuçara, casca-sacaca, marassacaca e sacaca (SECCO, 2008; VAN DE BERG, 2010).

Entre as estruturas secretoras de *C. cajucara* são encontrados laticíferos articulados ramificados, coléteres marginais, nectários extraflorais do tipo baselaminares ou acropeciolaes, idioblastos secretores nas superfícies adaxial e

abaxial e tricomas (MENDONÇA; ILKIU-BORGES; SOUZA, 2008; VITARELLI, 2013).

O uso da casca do tronco e das folhas da sacaca para o preparo de chá está associada às propriedades da planta, que é utilizada na medicina popular contra diarreia, inflamação do fígado, vesícula e rins, no tratamento do diabetes e na diminuição do índice de colesterol (VAN DE BERG, 2010).

O óleo essencial obtido das folhas de *C. cajucara* tem como componente principal o linalol, que é utilizado na indústria da perfumaria (ANGELO et al., 2006; CHAVES et al., 2006). Os constituintes majoritários do óleo essencial de *C. cajucara* possuem propriedades medicamentosas, voltadas ao combate a distúrbios gastrointestinais, conforme afirma Lima (1999), durante estudo da atividade antiulcerogênica da desidrocrotônina e do óleo essencial das cascas da espécie.

Croton cajucara é um taxon de ampla variabilidade morfológica, o que pode ser comprovado pela ocorrência de morfotipos distintos na espécie, os quais podem apresentar composição química de óleo essencial diferenciada (CHAVES et al., 2006; CARUZO, 2010).

3.2.2 *Croton sacaquinha* CROIZAT.

Croton sacaquinha ocorre no Norte, nos Estados do Amazonas e Pará, e no Centro-oeste, no Estado do Mato Grosso, é comumente cultivada em quintais localizados no baixo Amazonas, ocorrendo com grande frequência no estado de Manaus. Também é utilizada na medicina tradicional devido à semelhança que possui, principalmente quanto ao uso, com a espécie *C. cajucara*, apesar de não superar o uso da “sacaca verdadeira”. (DUCKE, 1946; KALIL FILHO; KALIL; LUZ, 2000)

Sua presença pode ser notada tanto em florestas ciliares ou de galeria quanto em florestas de Igapó. (FLORA DO BRASIL, 2016). O chá da sacaquinha, como é conhecida a espécie, também é utilizado no combate à dor de dentes. (SILVA, 2011).

É caracterizada como um arbusto ou arvoreta, de ramos lenticelosos e estriados, com folhas discoloradas, de superfície pilosa, apresentando tricomas dourados a ferrugíneos, esparsos e visíveis a olho nu (SECCO, 2008).

Estudos fenológicos de *C. sacaquinha* apontam um período de floração ocorrendo em todos os meses do ano, bem distribuído em número de dias, enquanto

que a frutificação ocorre nos meses de janeiro a março e de agosto a outubro (ASSIS et al., 2014).

Vitarelli (2013) registrou para a espécie, quatro tipos de estruturas secretoras: laticíferos articulados e não ramificados, coléteres marginais, idioblastos secretores na superfície adaxial e tricomas secretores.

Segundo Lopes et al. (2003), o óleo essencial de *C. sacaquinha* também contém linalol, além de uma série de outros constituintes como β -elemeno, germacreno e β -cariofileno.

3.3. ESTRUTURAS SECRETORAS

Os tecidos ou estruturas secretoras são assim chamados por serem encontradas em sua composição substâncias que são exsudadas do protoplasto para os vacúolos das células (FAHN, 1979; ESAU, 2013).

Podem ser células não vivas, vacúolos de células vivas, cavidades ou canais. Tais estruturas são comumente divididas em internas e externas, ou seja, presentes no interior dos tecidos vegetais, como as células secretoras, cavidades e canais secretores, laticíferos e idioblastos; ou presentes na superfície dos órgãos vegetais, como os tricomas e glândulas, nectários, osmóforos, hidropótios e hidatódios (ESAU, 2013; APEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2012; DIAS, 2014).

O mesmo tipo de estrutura secretora pode estar presente em todos os órgãos das plantas ou se fazer presente em apenas alguns deles, sendo possível ainda encontrar diferentes tipos dessas estruturas em diferentes partes da planta (FAHN, 1979).

O desenvolvimento desses tecidos secretores, conforme afirma Miguel (2010), se dá a partir de diferentes tecidos meristemáticos, que sofrem rápidas transformações durante a fase de diferenciação, modificando a estrutura, ultraestrutura e conteúdo químico presente nas células em um curto intervalo de tempo, como dias e horas.

Estruturas secretoras diferentes podem ser responsáveis por produzir a mesma substância ou substâncias diferentes, por exemplo, a mucilagem em Malvaceae pode ser produzida por idioblastos, canais e/ou cavidades (ROCHA; PIMENTEL; MACHADO, 2011).

Ascensão (2007), ressalta que as estruturas secretoras despertam o interesse dos botânicos desde o início do século XVII, possibilitado devido ao advento da

microscopia óptica. De acordo com Cardoso (2011), o estudo das estruturas secretoras está baseado no tripé em que há investigações sobre a estrutura da glândula e do exsudato por ela produzido, bem como da função atribuída à glândula quando do conhecimento dos dois fatores.

As várias pesquisas realizadas sobre as estruturas secretoras auxiliam a taxonomia e a determinação da natureza do material secretado. O material secretado pode ser composto de soluções aquosas ricas em sais, aminoácidos, açúcares e outras substâncias provenientes dos metabolismos primários ou secundários. (ASCENSÃO, 2007).

Os metabólitos secundários, também conhecidos como substâncias ergásticas, são produtos do metabolismo celular e não estão envolvidos diretamente com o crescimento e desenvolvimento da planta, mas assumem características funcionais, agindo como sinais químicos, o que permite com que a planta responda aos estímulos ambientais. Geralmente estão restritos dentro da planta e em diferentes espécies de plantas. (RAVEN; EICHHORN; EVERT, 2007).

Os componentes secundários foram considerados por muito tempo como produto de excreção, no entanto, já se considera a importância dessas substâncias nos mecanismos que propiciam a adequação das plantas ao meio em que estão inseridas. (FUMAGALI *et al.*, 2008; PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Fahn (1979), rejeitava a teoria de que houvesse excreção em plantas, afirmando que não se pode atribuir esse termo da mesma forma como é utilizado para animais, mas que em plantas há secreção, cujas substâncias possuem utilidades funcionais em resposta ao ambiente em que vivem.

Esse grande número de substâncias secretadas pode apresentar diversas funções, desde a defesa contra a herbivoria quanto à atração de polinizadores e adaptação ambiental. Também aumentam a probabilidade de sobrevivência das espécies por apresentar propriedades antibióticas, antifúngicas e antivirais. A proteção da planta contra a radiação solar é também constantemente associada à ação dos metabólitos (CHAGAS *et al.*, 2002; MONTEIRO; ANDREATA; NEVES, 2007; FUMAGALI *et al.*, 2008).

Entre os principais compostos do metabolismo adaptativo estão os compostos fenólicos, terpênicos, esteróides e os alcalóides. Os terpenos juntamente com os alcalóides representam os principais grupos dentro dos metabólitos vegetais. Tais

substâncias são utilizadas nas indústrias farmacêuticas, cosméticas, de curtimento de peles e de borracha (VERPOORTE, 2000; CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

3.4. ÓLEOS ESSENCIAIS

Óleos essenciais são terpenos com cadeias de 10 a 15 carbonos, mono e sesquiterpenos, respectivamente. Característicos por serem líquidos oleosos voláteis, de aroma forte, na maioria das vezes agradável, que contribuem para o odor (essência) peculiar a algumas espécies de plantas. Podem ser extraídos por meio de processos específicos. Geralmente, são extraídos de plantas encontradas em países quentes, do mediterrâneo e dos trópicos, sendo considerados importantes para a farmacopeia tradicional (MACHADO; FERNADES JUNIOR, 2011).

Tanto os óleos fixos e gorduras, como os óleos essenciais apresentam composição lipofílica. De solubilidade limitada, entretanto suficiente para aromatizar soluções aquosas, denominadas hidrolatos (SIANI et al., 2000; TELES, 2009).

Os processos mais utilizados para a extração desses óleos voláteis são a extração por arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem a frio, extração por solventes orgânicos, extração por alta pressão e extração por CO₂ supercrítico. Flores, folhas, cascas, rizomas e frutos são utilizados como matéria-prima para obtenção de óleo essencial (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; MACHADO; FERNANDES JUNIOR, 2011).

Os óleos essenciais produzidos por estruturas presentes nas folhas de algumas espécies podem inibir a ação de herbívoros, proteger contra o ataque de fungos e bactérias ou possuir até mesmo propriedades alelopáticas. Além disso, os terpenos presentes nas essências das flores contribuem para a atração de insetos polinizadores (SIANI et al., 2000; RAVEN; EICHHORN; EVERT, 2007).

Essas substâncias apresentam ampla variedade de usos farmacológicos como antisséptico, anti-inflamatório, analgésico, calmante, cicatrizante, entre outros. São utilizados também na fabricação de inseticidas, na indústria alimentícia, fazendo parte da composição de sabores sintéticos; pela indústria de perfumaria, quando apresentam odor agradável, utilizados sob a forma de fragrâncias e fixador de fragrâncias (LADEIRA, 2002; BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Os óleos essenciais apresentam composição química variável, que permite o uso de seus componentes em processos industriais. À exemplo desses compostos

estão os ácidos salicílico e cinâmico, a cânfora, o eugenol, o geraniol, o citral, o limoneno, o mentol, a vanilina e o linalol (LADEIRA, 2002; STEFFENS, 2010).

3.6. IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS ANATÔMICOS PARA A PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL

Vários estudos têm como base a anatomia para fundamentar a produção de óleos essenciais pela planta com enfoque às estruturas secretoras (GREGIO; MOSCHETA, 2006; SANT'ANNA-SANTOS, 2006; BRANT, 2008; SOUZA, 2008; NASCIMENTO, 2010; CRUZ, 2013; LUNA, 2013).

Dias (2014) evidencia a importância das estruturas secretoras como caracteres importantes a serem utilizados pela taxonomia, uma vez que a constância dessas características em um *taxa* leva conseqüentemente a sua determinação. Thadeo et al. (2009), por sua vez, certificam que o uso da anatomia voltado ao reconhecimento de estruturas secretoras é de grande relevância, uma vez que auxilia na diferenciação das espécies e na reafirmação de suas propriedades fitoquímicas.

O estudo das estruturas anatômicas se faz importante para a melhor compreensão das reações bioquímicas que ocorrem na planta, tanto para elucidar as principais vias de síntese dos metabólitos quanto para esclarecer funções fisiológicas e ecológicas (FAHN, 1978; SOUZA, 2008).

A anatomia vegetal tem sido utilizada como ferramenta por diversas áreas para o desenvolvimento de pesquisas. Os estudos voltados a compreender a formação dos tecidos vegetais, relacionar a estrutura do vegetal com sua fisiologia, e o agrupamento de caracteres anatômicos para a identificação de famílias botânicas são exemplos da abrangência dessa área. (SILVA; ALQUINI; CAVALLET, 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO

O material botânico foi coletado no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, na cidade de Belém, nos meses de agosto a novembro. As espécies de *Croton* presentes no Horto de Plantas Medicinais são cultivadas em sub-bosque, de solo arenoso. O horário adotado para a coleta do material foi pelo período da manhã entre 10 e 11 horas.

Para os estudos da anatomia foliar, foram selecionadas folhas em estágio de desenvolvimento semelhantes, que estavam entre os 3^o e 5^o nós, de três indivíduos. As folhas a serem utilizadas na dissociação foram acondicionadas em recipiente com o fixador FAA₇₀ (JOHANSEN, 1940). Após isso, foram levadas para o laboratório de botânica da EMBRAPA. As folhas frescas coletadas foram separadas para a realização dos testes histoquímicos e para a extração de óleo por hidrodestilação, sendo as últimas levadas ao Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará.

4.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOANATÔMICA

A análise morfológica consistiu em realizar medições da largura e comprimento de 30 folhas de cada espécie e morfotipo com auxílio de paquímetro.

Para a análise anatômica foram utilizados cortes histológicos e dissociação da epidermes foliares. Foram realizados cortes histológicos transversais à mão livre com o auxílio de lâminas de barbear. Para a dissociação das epidermes da lâmina foliar foi utilizada a solução de Jeffrey a 10% (JOHANSEN, 1940), durante um período de dois dias. Após a limpeza da solução, as secções foram acondicionadas em álcool 50% durante 24h, sendo posteriormente corado com safranina 1% e montado com glicerina em lâminas semipermanentes.

Para a localização de estruturas secretoras de óleos foram realizados inicialmente cortes transversais da nervura central da lamina foliar e pecíolo com o auxílio de lâmina de barbear. Foi utilizada a solução de Sudam III (PEARSE, 1985), cuja indicação para a reação positiva de conteúdo de natureza lipídica se dá a partir da coloração em alaranjado a alaranjado brilhante.

A terminologia seguiu Fahn (1979) e Metcalfe e Chalk (1979).

4.3. QUANTIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS SECRETORAS

Foram quantificadas apenas as estruturas secretoras que reagiram ao teste histoquímico. A quantificação de estruturas secretoras foi então realizada a partir das lâminas semipermanentes de material dissociado. Foram medidos 30 campos de ápice, meio e base das superfícies abaxial e adaxial; e de pecíolos dos três indivíduos de *Croton sacaquinha* e *C. cajucara* (morfortipos folha vermelha e folha comum). Os campos foram medidos com a objetiva de 40x. Os dados foram corrigidos com a fórmula de Balbach e Bliss (1991):

$$\frac{\text{Nº de estruturas secretoras}}{\text{área}} = \frac{X}{1,0 \text{ mm}^2}$$

Nº de estruturas secretoras: número de estruturas secretoras contadas no campo;

Área: área da objetiva de medição;

X: número de estruturas secretoras/mm²

4.4. FOTOGRAFIAS, FOTOMICROGRAFIAS E ELETROFOTOMICROGRAFIAS

As fotografias de campo foram obtidas com máquina fotográfica, onde foram capturadas imagens de folhas completas de cada espécie.

Para as fotomicrografias, foram utilizados lupa estereoscópica e microscópio óptico com câmera acoplada Motic BA210. Foram obtidas imagens das superfícies da lâmina foliar e do pecíolo, assim como do mesofilo, para a localização das estruturas secretoras. As escalas foram obtidas em 1mm quando utilizado a lupa em 0,75x de aumento; e em microscópio 20µm (objetiva de 40x) e 100 µm (objetiva de 10x).

Para a obtenção de eletrofotomicrografias de varredura, as folhas coletadas de *C. cajucara* e *C. sacaquinha* foram fragmentadas em amostras de 0,5 cm. Em seguida, foram desidratadas em série alcoólica crescente de 30% a 100%. Seguindo para a metodologia de ponto crítico, metalização (durante 1,5 minutos) e posterior análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) (SILVA, 2013).

4.5. EXTRAÇÃO E RENDIMENTO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

O rendimento de óleo nas folhas foi realizado pela técnica de extração por hidrodestilação utilizando o sistema de Clevenger. Foram utilizadas folhas frescas retiradas de três indivíduos de *C. sacaquinha* e cada morfotipo de *C. cajucara*. As folhas foram levadas ao laboratório de química da Universidade do Estado do Pará. Ao total foram amostrados em média 80,29 g de folhas frescas para *C. cajucara* (morfotipo folha comum), 76,44 g para *C. cajucara* (morfotipo folha vermelha) e 42,26 g para *C. sacaquinha*. As folhas foram fragmentadas e inseridas em balão volumétrico (dorna) com 500mL de água destilada. O balão volumétrico foi adaptado ao extrator (clevenger) e levado à manta aquecedora (SANTOS et al., 2004).

O tempo de destilação foi fixado em duas horas, a serem contadas a partir início de evaporação da água contida na dorna. Após o tempo estipulado, o volume de óleo foi medido na escala volumétrica do aparelho. O óleo foi retirado do tubo separador do sistema através da abertura da torneira de teflon. O produto da extração foi armazenado em um recipiente, onde se acresceu aproximadamente 0,7 g de sulfato de sódio anidro para absorção de umidade do óleo extraído. Após a formação de duas fases, o óleo foi retirado com uma pipeta pasteur, passado para um vidro de relógio, e pesado em balança analítica (GIRARD; KOEHLER; PÉLLICO NETO, 2007; VITTI; BRITO, 1999; COSTA; DEL MENEZZI; RESCK, 2011). Para o cálculo do rendimento de óleos essenciais, foi utilizada a fórmula abaixo:

$$R\% = \frac{V \text{ óleo} \times D \text{ óleo}}{Bm} \times 100$$

R%: Rendimento do óleo essencial em porcentagem;

Vóleo: Volume de óleo em ml;

Dóleo: massa de um ml de óleo em g;

Bm: Biomassa vegetal em g.

4.6 TESTES ESTATÍSTICOS

O experimento foi inteiramente casualizado. Para as análises de rendimento de óleo essencial e quantidade de estruturas secretoras, foram utilizados os valores médios de indivíduos dos três tratamentos, aplicando-se a ANOVA, seguida do teste

Tukey a 5% de probabilidade estatística. Foram também calculados valores médios, de máximo, mínimo e desvio padrão para o volume e densidade do óleo essencial extraído. Os testes estatísticos foram realizados utilizando o software *BioStat*5.0 (AYRES et al., 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As folhas de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* apresentam diferenças com relação ao tamanho (Figura 1A, B e C). O comprimento e a largura médios para a folha de *C. sacaquinha* são 1,38 e 7,75 cm, respectivamente. *C. cajucara* (morfotipo folha comum), apresenta em média 3,51 cm de largura e 9,82 cm de comprimento, enquanto que *C. cajucara* (morfotipo folha vermelha), tem em média 4,43 cm de largura e 15,50 cm de comprimento.

A variabilidade de tamanho foliar demonstrada por *C. cajucara* já havia sido relatada por Caruzo (2010), em análise taxonômica de espécies de *Croton* pertencentes à seção *Cleodora*, tratando-o como um taxon de ampla variabilidade morfológica, com relação aos caracteres vegetativos quantitativos.

Croton sacaquinha e os morfotipos de *C. cajucara* apresentam tricomas tanto nas superfícies da lâmina foliar quanto no pecíolo (Figura 1).

De acordo com Metcalfe e Chalk (1950), os tricomas em *Croton* variam em densidade e forma. Os mesmos autores afirmam que tricomas tufados, estrelados e peltados, com formas transicionais entre esses tipos são amplamente distribuídos no gênero. Webster et al. (1996) classifica os tricomas encontrados em *Croton* em estrelados, fasciculados, multirradiados ou rosulados, dendríticos, lepidotos, papilados e glandulares, apresentando também formas transicionais entre esses tipos.

Secco (2008) corrobora a ideia de que os tricomas em *Croton* são na maioria das vezes estrelados, incluindo as variações do tipo, afirmando que os lepidotos também podem ser encontrados em um menor número de espécies, assim como os lepidotos-estrelados.

A presença de tricomas ferrugíneos foi observada somente em *C. sacaquinha*. Na face adaxial são pluricelulares estrelados associados às nervuras (Figura 1D); na face abaxial os tricomas estrelados são na maioria esbranquiçados formando uma camada contínua, sendo ferrugíneos em apenas alguns pontos (Figura 1G). Silva (1999), também observou na superfície inferior de *C. urucurana* um aspecto aveludado devido à grande quantidade de tricomas.

A coloração ferrugínea dos tricomas em *C. sacaquinha* é colocada como uma característica que a distingue de *C. cajucara*, a qual não apresenta essa coloração,

apontado por Secco (2008), quando estudou espécies de *Croton* da Amazônia brasileira.

Os tricomas estrelados em *C. sacaquinha* possuem uma haste de sustentação, similar a um pedúnculo, e apresentam de uma a duas células centrais, em comparação às demais, que se estendem horizontalmente e concresem, sendo classificados como estrelados-porrectos (Figura 2C e D).

Tricomas glandulares ocorrem em *C. sacaquinha*, como uma expansão da parede periclinal externa da célula epidérmica (Figura 2B). Vitarelli (2013), em estudo anatômico para fins taxonômicos, afirma que há ocorrência de tricomas glandulares nessa espécie e classifica os tricomas estrelados como tectores,

Os morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* apresentam tricomas pluricelulares estrelados multirradiados comumente associados às nervuras, principalmente ao longo de toda a primária com a concentração reduzindo da base para o ápice, na face adaxial; e distribuídos pelo limbo na superfície abaxial (Figura 1E, F, H e I). Mendes, Ilkiu-Borges e Souza (2008), afirmam que na face abaxial de *C. cajucara* há uma abundância de tricomas, principalmente próximo à nervura central.

Os tricomas estrelados multirradiados são suspensos por uma “haste” composta por uma coluna de células (Figura 2A). Para os morfotipos de *C. cajucara* também foi observada a ocorrência de tricomas glandulares (Figura 3C), os quais não haviam sido observados por Vitarelli (2013), que registra apenas a ocorrência de tricomas estrelados para a espécie.

O pecíolo de *C. sacaquinha* e dos morfotipos de *C. cajucara* apresentam os mesmos tipos de tricomas encontrados nas superfícies das lâminas foliares (Figura 1J, K e L). Nas duas espécies é possível observar uma camada de cera epicuticular em placa contínua (Figura 2E e F).

Os mesmos tipos de tricomas apresentados por *C. sacaquinha* e pelos morfotipos de *C. cajucara*, também pode ser encontrados, com poucas variações, em *C. adamantinus*, *C. adipatus* e *C. blanchetianus* (COSTA et al., 2009; BARROS; SOARES 2013), *C. argyrophyllus* (ALVES et al., 2015), *C. heliotropiifolius* (BARROS; SOARES, 2013), *C. linearifolius* (BRITO et al., 2011) e *C. urucurana* (SILVA, 1999).

No mesofilo, para ambas as espécies, foi observado presença de idioblastos com conteúdo. Os idioblastos estão distribuídos por todo o mesofilo, possuem formato arredondado e encontram-se próximos à superfície. Em *C. sacaquinha*, os

idioblastos podem ser observados apenas na face adaxial, enquanto que nos morfotipos de *C. cajucara* ocorrem nas faces adaxial e abaxial (Figura 3).

Os idioblastos secretores aparecem como característica anatômica comum e determinante ao gênero *Croton*. Soares (2013), estudando a morfoanatomia foliar de 19 espécies do gênero *Croton* pertencentes a seção *Luntia*, observou que apenas *C. erytroxiloides* não os apresentou, observando que estes podem projetar-se parcialmente entre as células epidérmicas devido acúmulo de secreção. Vitarelli (2013), em estudo de 28 espécies de *Croton*, 12 das quais pertencentes à seção *Cleodora*, só não observou idioblastos em *C. pygmaeus*, *C. splendidus* e *C. alabamensis*, afirmando que há variação na face em que ocorrem.

Substâncias lipídicas foram observadas na região da cutícula, no interior de tricomas estrelados multirradiados e porrectos, glandulares e em idioblastos (Figura 4). Não houve necessidade de aplicação de testes com reagentes específicos para terpenoides, uma vez que houve reação para substâncias lipídicas e a localização dos óleos essenciais nas estruturas das espécies avaliadas é conhecida.

Células secretoras com conteúdo oleoso já haviam sido reportadas para *Croton* por Metcalfe e Chalk (1950), que afirmam que elas aparecem como “pontos transparentes” nas folhas. Vitarelli (2013) observou que os tricomas glandulares e idioblastos de várias espécies do gênero *Croton* contém em seu interior substâncias lipofílicas.

Quanto à densidade das estruturas secretoras, *C. sacaquinha* apresentou maiores valores nas faces adaxial (3,56), abaxial (7,87) e pecíolo (4,19), mostrando diferenças significativas dos morfotipos de *C. cajucara*, os quais não diferiram entre si, nos parâmetros analisados (Tabela 1).

Quando comparados os valores médios obtidos para faces adaxial, abaxial e pecíolo dentro de cada tratamento, notou-se que todos apresentaram diferenças significativas. Com os maiores valores médios encontrados na face abaxial, 7,87 (*C. sacaquinha*), 2,92 (*C. cajucara* morfotipo folha comum) e 2,97 (*C. cajucara* morfotipo folha vermelha)(Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de estruturas secretoras de óleo por mm² das faces abaxial, adaxial e pecíolo de folhas de *Croton sacaquinha* Croizat. e dos morfotipos de *C. cajucara* Benth. (folha comum e folha vermelha)

Espécies	Adaxial	Abaxial	Pecíolo
<i>C. sacaquinha</i>	3,56 Aa*	7,87 Ab	4,19 Ac
<i>C. cajucara</i> (morfotipo folha comum)	2,45 Ba	2,92 Bb	1,97 Bc
<i>C. cajucara</i> (morfotipo folha vermelha)	2,58 Ba	2,97 Bb	1,89 Bc

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (entre as espécies) e minúscula na linha (entre as superfícies) não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$) a 5% de probabilidade.

A quantidade de estruturas secretoras encontradas no ápice e no meio foram diferentes entre os tratamentos avaliados, apresentando *C. sacaquinha* maior valor médio para ápice (4,13), meio (3,77) e base (3,55) quando comparada aos dois morfotipos de *C. cajucara*. Quanto às estruturas encontradas na base, os tratamentos de *C. cajucara* não diferiram entre si. (Tabela 2)

A quantidade de estruturas secretoras do ápice, no tratamento de *C. sacaquinha* foi diferente das encontradas no meio e na base, que, entretanto, não diferiram estatisticamente (Tabela 2).

Dentro do tratamento de *C. cajucara* (morfotipo folha comum) a quantidade de estruturas encontradas no ápice não foi diferente das encontradas no meio e na base, os quais, no entanto, foram diferentes entre si no teste estatístico (Tabela 2).

Já no tratamento de *C. cajucara* (morfotipo folha vermelha), a quantidade de estruturas secretoras encontradas no ápice diferiu estatisticamente das encontradas no meio e base, os quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2).

Tabela 2 – Quantidade de estruturas secretoras, por mm², nas regiões de ápice, meio, base de folhas de *Croton sacaquinha* Croizat. e dos morfotipos de *C. cajucara* Benth. (folha comum e folha vermelha)

Espécies	Ápice	Meio	Base
<i>C. sacaquinha</i>	4,13 Aa	3,77 Ab	3,55 Ab
<i>C. cajucara</i> (morfotipo folha comum)	1,81 Bab	1,59 Bb	1,98 Ba
<i>C. cajucara</i> (morfotipo folha vermelha)	1,41 Ca	2,10 Cb	2,04 Bb

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (entre espécies) e minúscula na linha (regiões da lâmina foliar) não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$) a 5% de probabilidade.

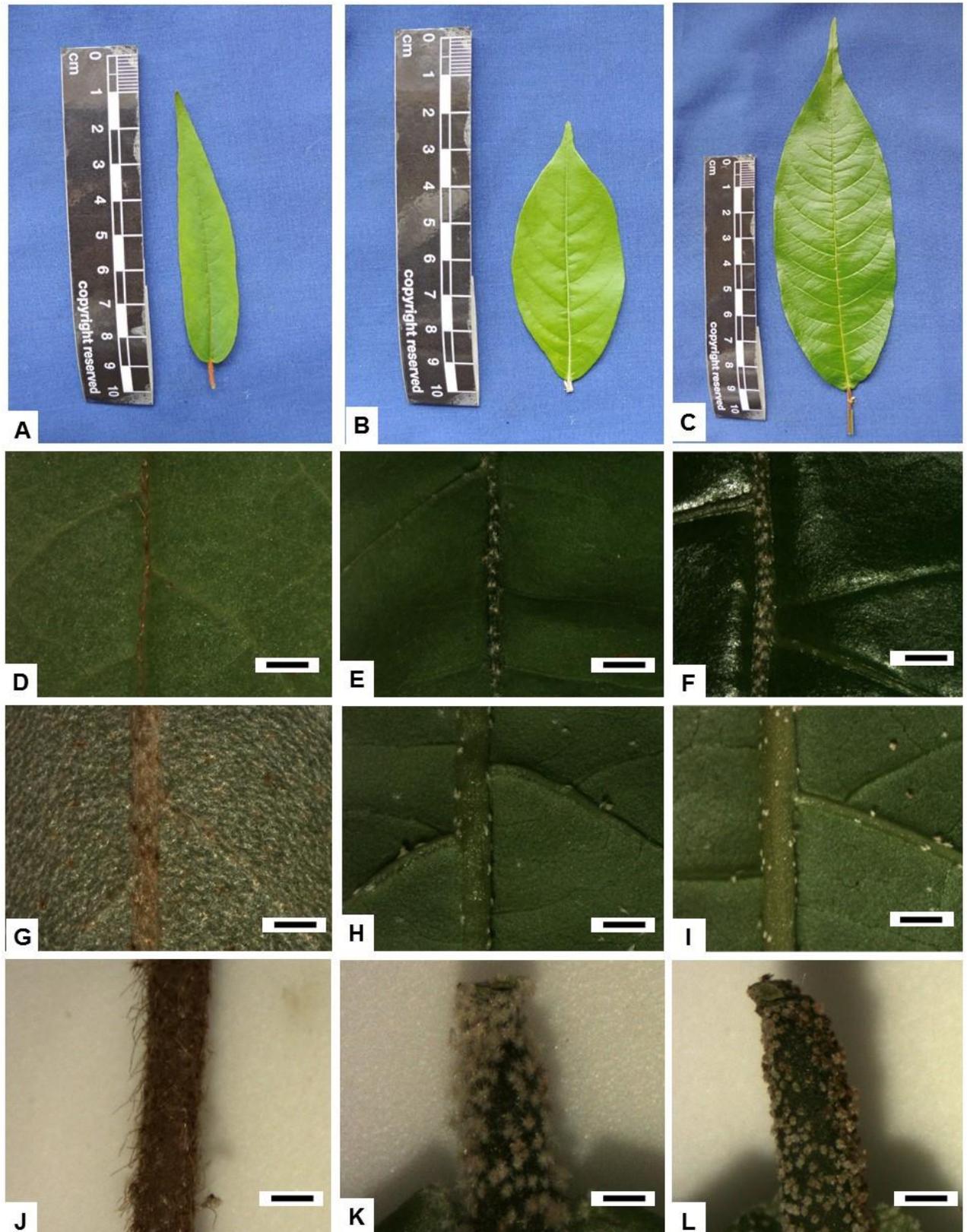


Figura 1 – Detalhes das folhas de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* (Euphorbiaceae). **A -C**: Folha completa; **C- E**: superfície adaxial; **G-I**: superfície abaxial; **J- L**: pecíolo. **A, D, G, J**: *C. sacaquinha*.; **B, E, H, K**: *C. cajucara* (morfotipo folha comum); **C, F, I, L**: *C. cajucara* (morfotipo folha vermelha). Barra de escala: 1mm.

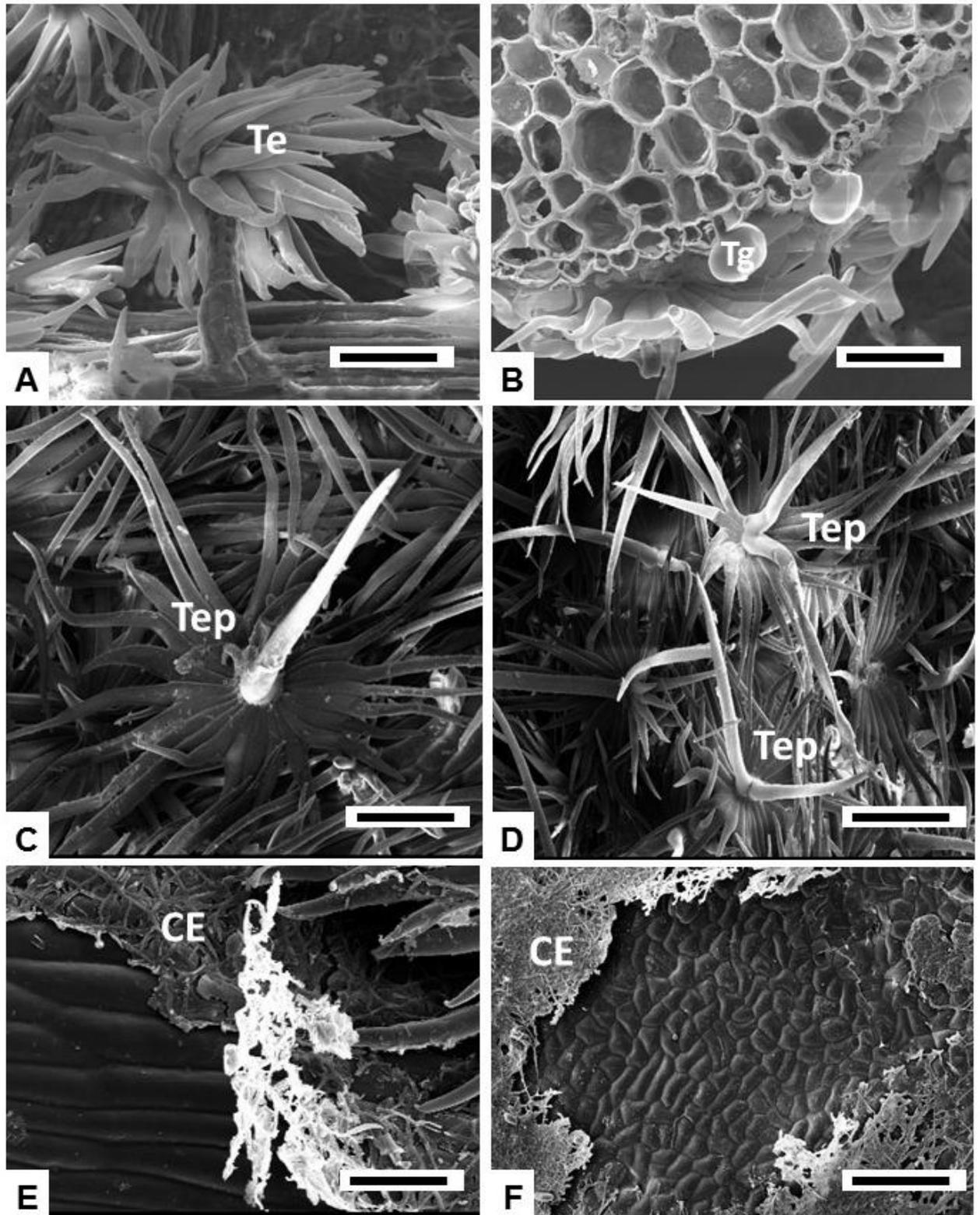


Figura 2 – Eletromicrografias de varredura (MEV) de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* (Euphorbiaceae). A e E: *C. cajucara*. B, C, D e F: *C. sacaquinha*. **CE**: Cera epicuticular. **Te**: Tricoma estrelado; **Tep**: Tricoma estrelado “porrecto”; **Tg**: Tricoma glandular. Barra de escala: 50 μm .

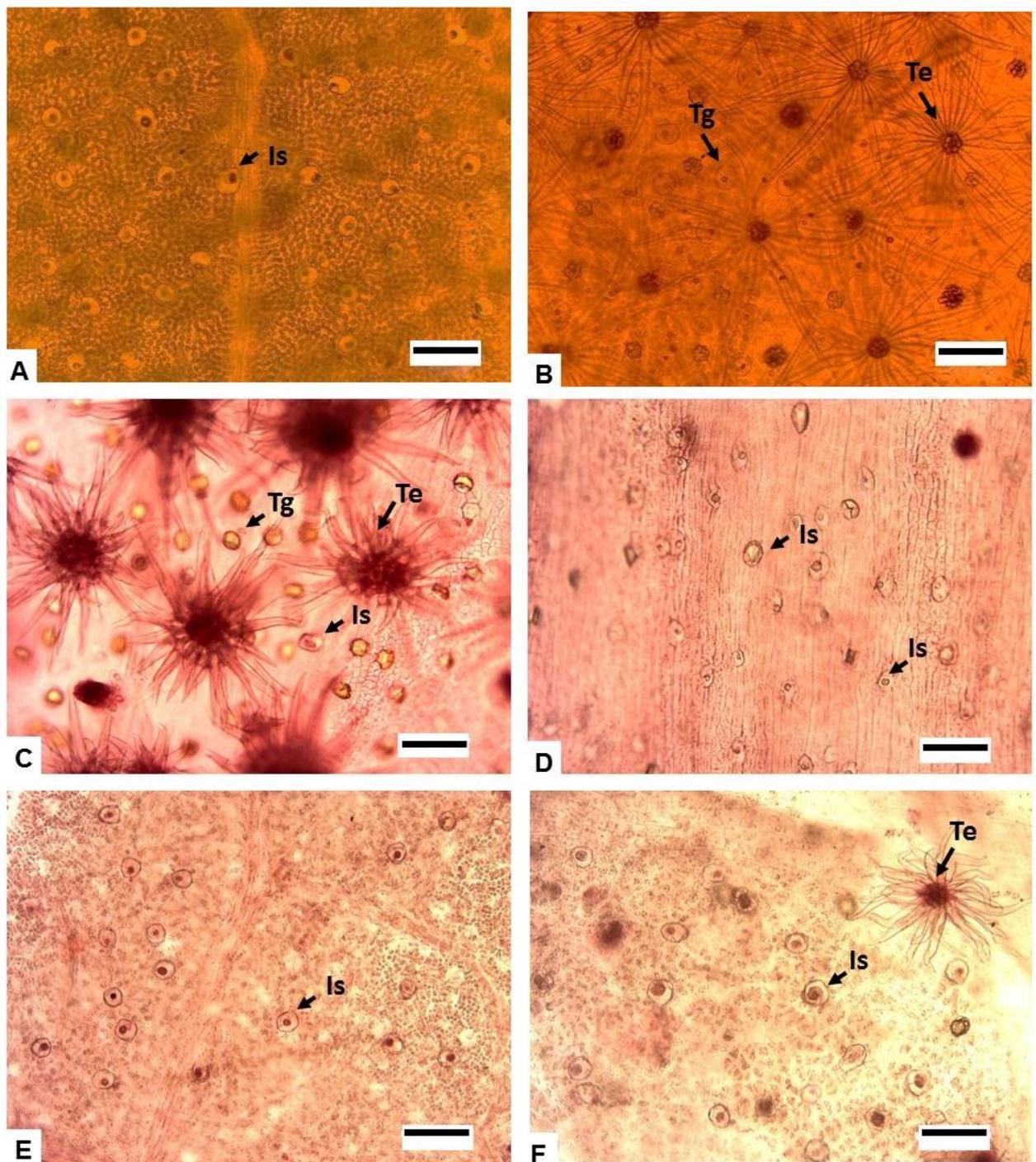


Figura 3 – Fotomicrografias de material dissociado de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* (Euphorbiaceae). **A, C e E:** superfície adaxial; **B, D e F:** superfície abaxial. **A e B:** *C. sacaquinha*; **C e D:** *C. cajucara* (morfotipo folha vermelha). **E e F:** *C. cajucara* (morfotipo folha comum). **Is:** Idioblasto secretor; **Te:** tricoma estrelado; **Tg:** Tricoma glandular. Barra de escala: 100 µm.

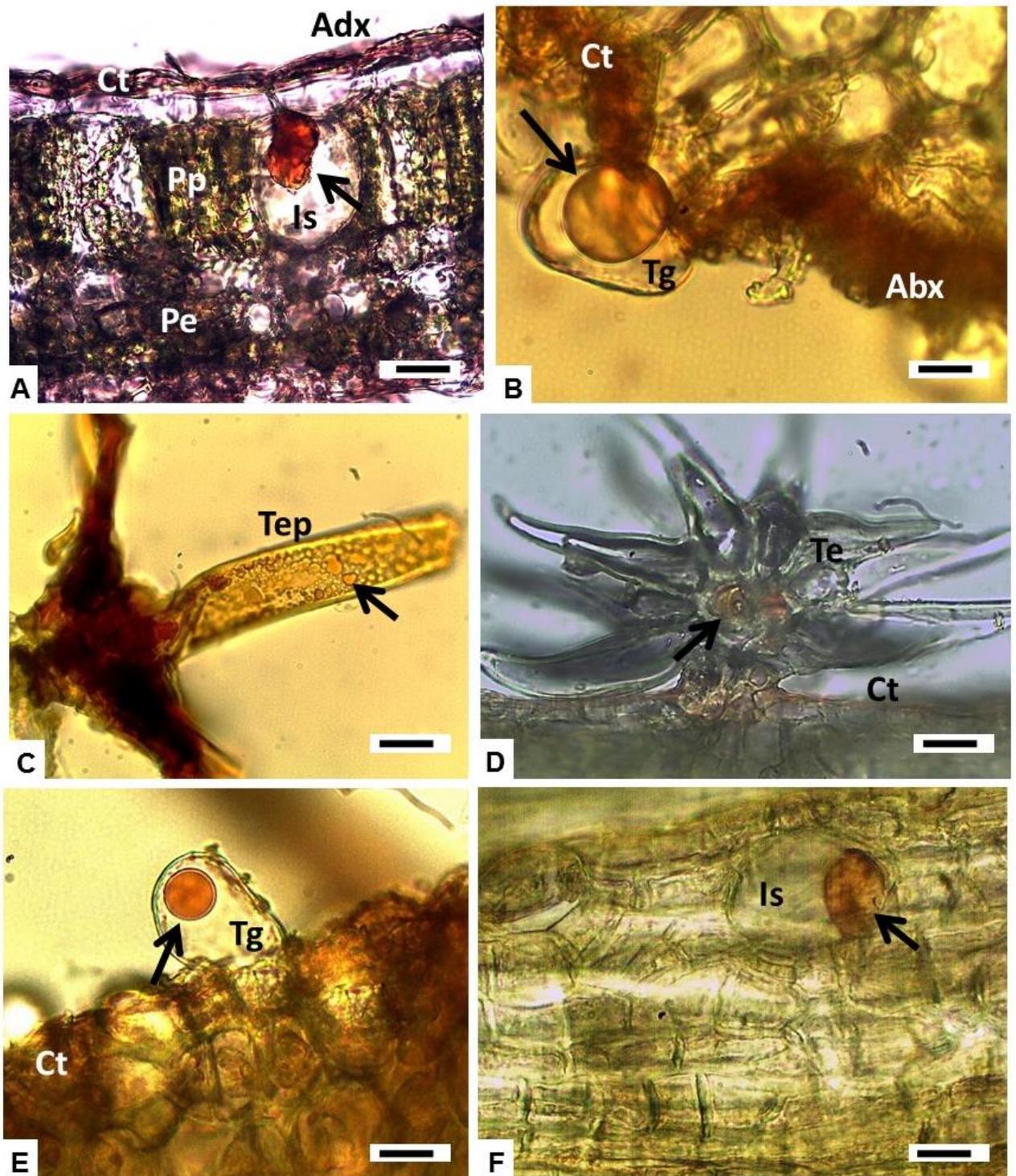


Figura 4 – Fotomicrografias das estruturas secretoras foliares de *Croton sacaquinha* e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de *C. cajucara* (Euphorbiaceae), evidenciando resultado histoquímico positivo para lipídeos. **A a C:** *C. sacaquinha*. **D e F:** *C. cajucara* (morfotipo folha vermelha); **E:** *C. cajucara* (morfotipo folha comum). **Abx:** superfície abaxial; **Adx:** superfície adaxial; **Ct:** Cutícula; **Is:** Idioblasto secretor; **Pp:** Parênquima paliádico; **Pe:** Parênquima esponjoso; **Te:** Tricoma estrelado; **Tep:** Tricoma estrelado “porrecto”; **Tg:** Tricoma glandular. **Setas:** secreção lipofílica. Barra de escala: 20 µm.

O maior valor médio de biomassa vegetal utilizada foi de *C. cajucara* (morfortipo folha comum) com 80,29 g, seguido de *C. cajucara* (morfortipo folha vermelha) e *C. sacaquinha* onde foram utilizados 76,44 e 42,26 g, respectivamente. O maior volume de extração foi observado para *C. cajucara* (morfortipo folha vermelha) apresentando 0,35 mL e o menor por *C. sacaquinha* com 0,28 mL. A densidade dos óleos essenciais variou de 0,80 à 0,98 g/cm³ a depender da espécie e morfortipo utilizado na extração. (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios (Me), de máximo (Max), mínimo (Min) e desvio padrão (DP) de volume (mL) e de densidade (g/cm³) de óleos essenciais extraídos de indivíduos de *Croton sacaquinha* e de dois morfortipos de *C. cajucara*, por hidrodestilação.

Espécie	Volume (mL)				Densidade (g/cm ³)				Biomassa (g)
	Max	Min	Me	DP	Max	Min	Me	DP	Me
<i>C. sacaquinha</i>	0,28	0,27	0,28	0,01	0,98	0,91	0,95	0,04	42,26
<i>C. cajucara</i> (folha comum)	0,3	0,25	0,28	0,03	0,93	0,88	0,91	0,03	80,29
<i>C. cajucara</i> (folha vermelha)	0,35	0,3	0,32	0,03	0,96	0,80	0,91	0,09	76,44

Houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os tratamentos (Tabela 4). *C. sacaquinha* foi o que apresentou o maior rendimento médio de óleo essencial entre eles, com 0,63%. Não foram observadas diferenças significativas entre os rendimentos de óleo correspondentes aos tratamentos de *C. cajucara*, que apresentaram variação de 0,34% (morfortipo folha comum) à 0,36% (morfortipo folha vermelha). (Figura 5)

Tabela 4 – Análise de variância dos dados obtidos de rendimento de óleo essencial obtido de folhas de *Croton sacaquinha* e dos morfortipos de *C. cajucara*.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamentos	2	0.158	0.079	5,143253	0.0030*
Erro	6	0.024	0.004		
Total	8	0.182	0.083		

CV (%) = 1,21

*significativo a 5% de probabilidade. CV(%): Coeficiente de variação em %; Fc: "F" crítico; FC: "F" calculado; FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; Pr: p-valor; QM: Quadrado médio; SQ: Soma dos quadrados dos resíduos.

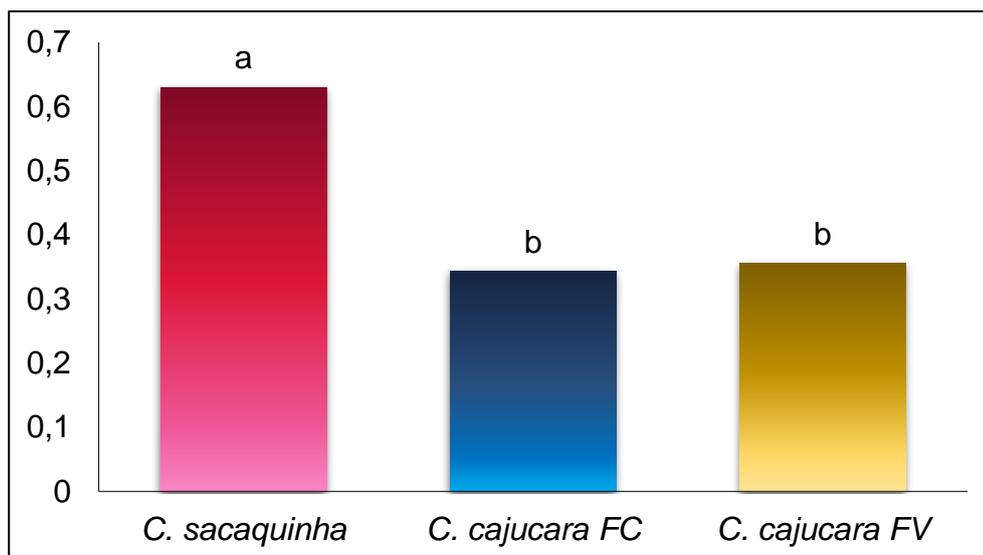


Figura 5 – Rendimento do óleo essencial, em % relativa à massa de folhas de *Croton sacaquinha* e dos dois morfotipos de *C. cajucara*. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) a 5% de probabilidade. FC: Folha comum; FV: Folha vermelha.

Embora tenha apresentado menor volume de extração de óleo, considerando a indisponibilidade de material vegetal, *C. sacaquinha* apresentou maior rendimento em relação aos morfotipos de *C. cajucara*, isto é, a quantidade de biomassa média em gramas de *C. sacaquinha* (42,26g) foi menor que a utilizada nos tratamentos de *C. cajucara* (80,29 g de folha comum e 76,44 g de folha vermelha), e, sendo essa relação volume/biomassa vegetal diretamente proporcional ao rendimento, explica-se o fato do tratamento de *C. sacaquinha* ter apresentado menos óleo.

Contudo, foi evidenciada diferença significativa em comparação aos demais tratamentos quanto ao rendimento de *C. sacaquinha*, que foi superior aos morfotipos de *C. cajucara*, o que pode ser justificado pelo número de estruturas secretoras de óleo presente nessas espécies (Tabelas 1 e 2).

Os valores de rendimento de óleo obtidos são similares aos encontrados para outras espécies do gênero *Croton*. Santos et al. (2012), em análise de rendimento de três espécies do gênero *Croton*, obteve de 97,4 g de biomassa, volume de 0,3 mL para *C. lundianus* (Didr.) Muell. Arg; 0,3 mL de óleo utilizando 142,5 g de biomassa de *C. glandulosus* L. e 0,2 mL utilizando 137,6 g de biomassa de *C. agoensis*.

Os rendimentos em porcentagem para *C. lundianus* (Didr.) Muell. Arg., *C. glandulosus* L. e *C. agoensis* L., apresentados por Santos et. al. (2012), foram 0,31, 0,21 e 0,15, respectivamente. Amaral et al. (2013), durante estudo do teor e

composição do óleo essencial de ramos frescos de *C. ceanothifolius* Baill. encontraram um rendimento de $2,36 \mu\text{L g}^{-1}$, equivalente à 0,24%. Utilizando em média 70 g de material vegetal, Brito (2014), obteve de *C. linearifolius*, valores de rendimento que variaram de 0,13 a 0,15%. Margalho et al. (2015) obtiveram 0,33% de rendimento de óleo essencial de folhas de *C. parodianus*. Utilizando 820 g de folhas de *C. heliotropiifolius* Kant., Angélico et al. (2012), encontraram um rendimento de 0,075%.

O tempo de extração é um fator que pode influenciar diretamente no rendimento obtido. Chaves et al. (2006), usando a técnica de hidrodestilação com o sistema de Clevenger durante 4 horas obteve rendimentos de 0,97% para o morfotipo folha vermelha de *C. cajucara*.

A técnica empregada na extração de óleos essenciais é outro fator que pode provocar alterações no rendimento. Mendonça, Ilkiu-Borges e Souza (2008), obtiveram a rendimento de 0,84 mL/800g (biomassa vegetal) de *C. cajucara*, utilizando a técnica de extração por arraste à vapor d'água. Heinke, Santos e Toss (2009), em análise de rendimento do óleo essencial do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), também encontraram valor superior na extração por hidrodestilação (0,59%) em comparação com a técnica de arraste à vapor d'água (0,25%).

6. CONCLUSÃO

As espécies analisadas possuem características morfoanatômicas diferentes. *C. sacaquinha* apresentou maior densidade de estruturas secretoras e maior rendimento de óleo essencial em comparação aos dois morfotipos de *C. cajucara*, que não diferiram entre si nos dois critérios.

Os resultados obtidos no presente estudo contribuem tanto com a taxonomia, uma vez que os tipos de estruturas encontradas podem ser utilizados na determinação interespecífica; quanto com a farmacologia e a cosmetologia, direcionando a extração de óleo essencial (por otimização do método de extração) para a obtenção de linalol, bem como, indicando tratos culturais específicos, influenciando no aumento de estruturas secretoras (indução ao estresse).

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, Joelma M. et al. Composição química de óleos essenciais de espécies de *Aniba* e *Licaria* e suas atividades antioxidante e antiagreganteplaquetária. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 01, p. 141-145, 2010.
- ALIEXPRESS. **Linalol**. Disponível em: <<https://pt.aliexpress.com/item/Linalool-natural-medicinal-plants100ml/32316153359.html?spm=2114.02010208.3.1.LKZ>>
- ALMEIDA, C.A et al. Inibição da atividade proteásica de *Rhizopus oryzae* pelos óleos de *Croton cajucara* e *Croton sacaquinha*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 26., 2011, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2011.
- ÁLVARES, Tânia Nogueira. Linax exporta linalool para o Canadá. **Inovação Uniemp** [online], vol.2, n.3, p. 10-10, 2006.
- ALVES, Iasmine Andreza Basilio dos Santos et al.. Caracterização farmacobotânica das folhas de *Croton argyrophyllus*. In: X Simpósio Brasileiro de Farmacognosia/ V Simpósio de Plantas Medicinais do Vale do São Francisco, 2015, Juazeiro (BA). **Resumos...** Juazeiro: UNIVASF, 2015.
- AMARAL, Wanderlei et al. Teor e composição do óleo essencial de *Croton ceanothifolius* Baill. (EUPHORBIACEAE) nos campos gerais da floresta atlântica do Estado do Paraná. In: VII Simpósio Brasileiro de Óleos essenciais, 2013, Santarém (PA). **Resumos...** Santarém: UFOPA, 2013.
- ANGÉLICO, Elissandra Couras et al. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *Croton heliotropiifolius* KANT (SINÔNIMO *C. Rhamnifolius*): RESULTADOS PRELIMINARES. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 7, n. 1, p. 58-61, 2012.
- ANGELO, P. C. S. et. al.. Avaliação inicial do RAPD como forma de acessar a variabilidade genética na espécie rica em linalol *Croton cajucara* Benth. (sacaca). Comunicado Técnico, n. 28, Manaus: Embrapa, 2005.
- ANGELO, P. C. S. et. al. Genetic diversity in sacaca (*Croton cajucara* Benth.) accessed by RAPD markers. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 8, n. esp., p. 18-22, 2006.
- APEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; CARMELLO-GUERREIRO, Sandra Maria. **Anatomia Vegetal**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. (impressão 2013). 404 p.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1-20, 2016.

ASCENSÃO, Lia. ESTRUTURAS SECRETORAS EM PLANTAS. Uma abordagem Morfo-Anatômica. In: Figueiredo A.C; BARROSO, J.G; PEDRO, LG. **Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Medicinais**. Curso Teórico-Prático. 3. ed. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa/Centro de Biotecnologia Vegetal, 2007.

ASSIS, R. M. A et al. Avaliação dos aspectos fenológicos da espécie *Croton sacaquinha* Croizat. (Euphorbiaceae). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2., 2014, Belém. **Resumos...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

AYRES, Manuel et. al. **BioEstat 5.0** – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Manirauá –IDSM/MCT/CNPq, 2007.

AZAMBUJA, Wagner. **Linalol**. Disponível em: <<http://www.oleosessenciais.org/linalol/>>. Acesso em 20 jun. 2016.

AZAMBUJA, Wagner. **Óleos essenciais: o início de sua História no Brasil**. Disponível: <<http://www.oleosessenciais.org/oleos-essenciais-o-inicio-de-sua-historia-no-brasil/>>. Acesso em 10 mai. 2016.

BALBACH, M; BLISS, L. C. **A laboratory manual of botany**. 7 ed. New York: Saunders Publishing, 1991, 123 p.

BARROS, Ileana Oliveira; SOARES, Arlete Aparecida. Adaptações anatômicas em folhas de marmeleiro e velame da caatinga brasileira. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 192-198, jan-mar, 2013.

BIZZO, Humberto R.; HOVELL, Ana Maria C.; REZENDE, Cláudia M. Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BRAGA, M.M.N. Anatomia foliar de Bromeliaceae da Campina. **Acta Amazonica**, v. 7, p. 1 – 74, 1977.

BRANT, Renata da Silva. **Características anatômicas, fisiológicas e de óleos essenciais de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) em função da adubação**

orgânica, intensidade e qualidade de luz. 2008. 138 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

BRITO, Aline Viana Rocha. **Determinação da composição química e avaliação da atividade antioxidante do óleo essencial das folhas de *Croton linearifolius* (euphorbiaceae).** 2014. 46 f. Dissertação (mestrado) -Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

BRITO, Mateus Santos et al. Anatomia foliar de *Croton linearifolius* Mull. Arg. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 77-83, 2011.

CARDOSO, Poliana Ramos. **ESTRUTURAS SECRETORAS EM PLANTAS.** São Paulo: Instituto de Botânica/ Jardim Botânico de São Paulo, 2011.

CARUZO, Maria Beatriz Rossi *et al.* Molecular phylogenetics and character evolution of the “sacaca” clade: Novel relationships of *Croton* section *Cleodora* (Euphorbiaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 60, n.2, p. 193–206, 2011.

CARUZO, Maria Beatriz Rossi. **Padrões de distribuição em *Croton* sect. *Cleodora* (Euphorbiaceae).** Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/distrgeocleobia_ppt>. Acesso em: 10 mai. 2016.

CARUZO, Maria Beatriz Rossi. **Sistemática de *Croton* sect. *Cleodora* (Euphorbiaceae s.s.).**2010. 273 f.Tese (doutorado em Ciências Biológicas – Botânica) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CASTRO, Evaristo Mauro de; PEREIRA, Fabrício José; PAIVA, Renato. **Histologia Vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos.** Lavras: UFLA, 2009. 234 p.

CHAGAS, Ana Carolina de Souza. *et al.* Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp. em *Boophilus microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 247-253, 2002.

CHAVES, F. C. M et al. Rendimento e composição química do óleo essencial de folha de dois morfotipos de sacaca (*Croton cajucara* Benth). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n. 04, p. 117-119, 2006.

CHAVES, F. C. M.; BIZZO, H. R. TEOR E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *CROTON* SP. In: GOEDERT, C. O. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS - 8 a 12 de Junho de 2010/ Bahia Othon Palace Hotel. p. 102-110, 2010. (EMBRAPA Documento, n. 304).

CONCEIÇÃO, Carmen Célia Costa da; SILVA, Antonia Benedita da; MOTA, Milton Guilherme da Costa. **Enraizamento de estacas de sacaca**. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_141.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2016.

CORDEIRO, Inês. *et al.* *Croton* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB35777>>. Acesso em: 15 Dez. 2015.

COSMETICA NATURAL CASERA SHOP. **Aceite esencial Albahaca (QT Linalol)**. Disponível em: <<http://www.cremas-caseras.es/aceites-esenciales/691-aceite-esencial-albahaca-linalol-8435430301502.html>>. Acesso em: 08 dez. 2016.

COSTA, Jaira Mara Fernandes de Paiva et al.. Anatomia foliar de três espécies de *Croton* (EUPHORBIACEAE) ocorrentes em restingas piauienses. In: 60º Congresso Nacional de Botânica, 2009, Feira de Santana. **Resumos...** Feira de Santana: Sociedade Botânica do Brasil, 2009.

COSTA, O. B; MENEZZI, C. H. S; RESCK, I. S. Rendimento do óleo essencial de duas espécies do cerrado: *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) e *Blepharocalyx salicifolius* (kunt) o. berg em diferentes horários de coleta. In: V Congresso Forestal Latinoamericano, 1, 2011, Lima. **Resumos...** Lima: UNALM, 2011. p. 1-8.

CRUZ, Bruna Paula. **Comparação da anatomia foliar e dos óleos essenciais de *Drimys brasiliensis* Miers. (Winteraceae) em uma floresta ombrófila densa altomontana**. 2013. 86 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

DESCHAMPS, Cícero *et al.* Densidade de tricomas glandulares e produção de óleo essencial em *Mentha arvensis* L., *Mentha x piperita* L. e *Mentha cf. aquática* L. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 28, n.1, p.23-34, 2006.

DIAS, Vera Lúcia Almeida. **Estruturas secretoras em Medronheiro (*Arbutus unedo* L.): caracterização morfológica, estrutural e histoquímica e avaliação da atividade proteásica da secreção**. 2014. Dissertação (mestrado) - Universidade de Coimbra, 2014.

- DUCKE, Adolfo. Plantas de cultura precolombiana na Amazônia. **Boletim técnico do Instituto Agrônomo do Norte**, n.8, p. 1-24, jun. 1946.
- ESAU, Katherine. **Anatomia das plantas com sementes**. Tradução de Berta Lange de Morretes. São Paulo: Blucher, 1974 (impressão 2013).
- FAHN, A. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Madri: H. Blume edições, 1978.
- FAHN, Abraham. **Secretory Tissues in Plants**. London: Academic Press, 1979.
- FLORES-VINDAS, Eugenia M. **LA PLANTA: Estructura y función**. Cartago: Libro Universitario Regional, 1999.
- FRANKLIN, G.L. Preparation of thin sections of Syntethelic Resins and wood resin Composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, n. 155, p. 51-51. Jan. 1945.
- FREITAS, Márcia Santos de; SANTOS, Ana Telma Cordeiro dos; BARBOSA, Antenor Pereira; CHAAR, Jamal da Silva. PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke) A PARTIR DE MUDAS PLANTADAS. In:II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2005, Varginha. **Resumos...**Varginha: Universidade Federal de Lavras/ Prefeitura Municipal de Varginha, p. 433-438. 2005.
- FUMAGALI, Elisângela. *et al.* Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n. 4, p.627-641, out/dez, 2008.
- GIRARD, Eduardo Aguiar; KOEHLER, Henrique Soares; PÉLLICO NETO, Sylvio. Volume, biomassa e rendimento de óleos essenciais do Craveiro (*Pimenta pseudocaryophyllus* (Gomes) Landrum). **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 147-165, abr/jun. 2007.
- GREGIO, Simone de Jesus Dematei; MOSCHETA, Ismar Sebastião. Anatomia de raiz, caule e folha e identificação de estruturas secretoras de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae). **ActaScientiarum**. Biological Sciences, Maringá, v. 28, n. 04, p. 327-334, Oct./Dec. 2006.
- HEINKE, Taciana Inês; SANTOS, Ana Cristina Atti dos; TOSS, Daniel. **Extração de óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* utilizando a extração assistida por microondas**. XVII Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS. Universidade de Caxias do Sul. 2009. Disponível em:

- <http://www.ucs.br/ucs/tpIJovensPesquisadores2009/pesquisa/jovenspesquisadores2009/trabalhos/poster/v_TacianaInesHeinke.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2016.
- JANNUZZI, Hermes. **Rendimento e caracterização química do óleo essencial de genótipos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) no Distrito Federal**. 2013. 69 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2013.
- FLORA DO BRASIL. *Croton sacaquinha* Croizat. Disponível em:<**Croton in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB35921>>. Acesso em: 09 Jun. 2016>. Acesso em: 31 mai. 2016.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mc. Graw Hill, 1940.
- JUDD, Walter S. *et al.* **Sistemática Vegetal** – Um enfoque filogenético. Tradução de André Olmos Simões. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009. 632 p.
- KALIL FILHO, Antonio Nascim; KALIL, Geovanita Paulino da Costa; LUZ, Arnaldo Iran Reis. CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA DE PLANTAS AROMÁTICAS E MEDICINAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA PARA USO HUMANO, 2000. 04 p.(EMBRAPA Comunicado Técnico, n. 50).
- LADEIRA, Ângela Maria. **Plantas medicinais com óleos essenciais**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2002. 40 p.
- LEITE, Ângela M. C; QUISEN, Regina Caetano; SAMPAIO, Paulo de Tarso B. Pau-rosa (*Aniba roseodora* Ducke) (Lauraceae): Informações sobre o sistema de plantio e o manejo sustentável da espécie, 2001. 20 p. (Embrapa Amazônia Ocidental - Documentos n. 13).
- LIMA, Célia Akiko Hiruma. **Atividade antiulcerogênica da desidrocrotonina e do óleo essencial obtidos das cascas de *Croton cajucara* Benth., uma planta da família Euphorbiaceae**. 1999. Tese (doutorado) – Instituto de Biologia/ UNICAMP, Campinas, 1999.
- LOPES, D et al. Essential Oil from leaves of *Croton sacaquinha* Benth. **Journal of Essencial Oil Research**, v.15, n. 01, p.48-49, 2003.
- LORENZI, Harri; MATOS, Francisco José de Abreu. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.
- LUCENA, Maria de Fátima de Araújo; AMORIM, Bruno Sampaio; ALVES, Marccus. Sinopse das espécies de Euphorbiaceae s. l. do Parque Nacional Serra

de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, V. 22, n. 04, p. 214-224, outubro-dezembro, 2009.

LUNA, Bruna Nunes. **Anatomia foliar, ontogenia das estruturas secretoras foliares e composição do óleo essencial de *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Shult. E *Myrsine venosa* A. DC. (Myrsinoideae - Primulaceae)**. 2013. 65 f. Dissertação (mestrado)- Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/ Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2013.

LUPE, Fernanda Ávila. **Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia**. 2007. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MACHADO, Bruna Fernanda Murbach Teles; FERNANDES JUNIOR, Ary. Óleos essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais. **Cadernos Acadêmicos**, Tubarão, v. 3, n. 2, p. 105-127, 2011.

MACHADO, Marília Pereira. **Micropropagação e composição química do óleo essencial de *Lavandula angustifolia* Miller**. 2011. Tese (doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MARGALHO, Jéssica Ferreira et al. CONSTITUINTES VOLÁTEIS DAS FOLHAS E RAMOS DE *Croton parodianus* CROIZAT (EUPHORBIACEAE). In: 14º ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 2015, Belém. **Resumos...** Belém: Conselho Regional de Química, 2015.

MENDONÇA, Maria Silvia de; ILKIU-BORGES, Fernanda; SOUZA, Maria Cristina. Anatomia foliar de *Croton cajucara* Benth. (Euphorbiaceae) como contribuição ao estudo farmacognóstico de plantas da região amazônica. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.10, n. 2, p. 18-25, 2008.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons: Systematic anatomy of leaf and stem, with brief history of the subject**. 2 ed. Vol 1. Oxford: Clarendon Press, 1979.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with note on economic uses**. London: Oxford University Press, 1950.

MIGUEL, Emílio de Castro. **Estruturas secretoras, parede celular e mecanismos de secreção**. 2010. 174 f. Tese (Doutorado em Biociências e Biotecnologia). - Universidade Estadual do Norte Fluminense (Darcy Ribeiro), Campos dos Goytacazes (RJ), 2010.

MONTEIRO, Maria Helena Durans Alves; ANDREATA, Regina Helena Potsch; NEVES, Léa de Jesus. **Estruturas secretoras em Sapotaceae**. Pesquisas, Botânica, nº 58: 253-262. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, 2007.

MORAIS, Lilia Aparecida Salgado de. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, 2009.

NASCIMENTO, Manuel Euclides do. **Caracterização anatômica em diferentes ambientes e óleos essenciais de cinco espécimes de *Copaifera langsdorffii* Desf.** 2010. 166 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

o em: 09 dez. 2016.

OLIVEIRA, Denise Maria Trombert. **Técnicas de preparação de material vegetal para estudo anatômico**. UFRA-MPEG: Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Botânica Tropical, 2015. 25 p. (Apostila).

OLIVEIRA, Rejane Barbosa; GIMENEZ, Valéria Maria Melleiro; GODOY, Silvana Aparecida Pires de. Intoxicações com espécies da família Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 05, p. 69-71, jul. 2007. Supplementum 01.

OLIVEIRA, Sônia Maria Marques de; JOSE, Vera Lúcia Age. **Processos de extração de óleos essenciais**. (Dossiê Técnico). Paraná: Instituto de Tecnologia do Paraná, 2007.

ONLINE NATURAL SHOP. **Pau-rosa óleo essencial**. Disponível em: <<http://www.onlinenaturalshop.com/282-pau-rosa-oleo-essencial.html>>. Acesso em: 08 dez. 2016.

PAULUS, Dalva. et al. Teor e Composição química de óleo essencial de cidró em função da sazonalidade e horário de colheita. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 02, p. 203-209, abr/jun. 2013.

PEARSE, A.G.Everson. **Histochemistry: theoretical and applied**. v.2, 4. ed. Edinburgh and London: Churchill. Livingstone, 1985.

PEREIRA, Renata Junqueira; CARDOSO, Maria das Graças. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 03, n. 4, p. 146-152, november, 2012.

PEREIRA, Rita de Cássia Alves; MOREIRA, Ana Luiza Martins. Manjeriço: Cultivo e utilização, 2011. 31 p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, n. 136)

QUADROS, A. P. *et al.* COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE 40 ACESSOS DE SACACA (*Crotoncajuca*BENTH) DO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 4., 2007, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Padetec, 2007.

QUINARÍ. **Linalol**. Disponível em: <http://www.quinari.com.br/produtos/linalol_qba&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10065_10068_10084_10083_10080_10082_10081_10060_10061_10062_10056_10055_10054_10059_10099_10078_10079_426_10073_10103_10102_10096_10052_10050_10051,searchweb201603_2&btsid=71e2c7cb-2eef-4b31-994b-eaee383c603f>. Acesso em: 09 dez. 2016.

RADFORD, A. E; DICKISON, W. C; MASSEY, J. R; BELL, C. R. **Vascular Plant Systematics**. 1976. Disponível em: <<http://www.ibiblio.org/botnet/glossary/>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

RAVEN, Peter H., EVERT, Ray F; EICHHORN, Susan E. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Coordenadora de tradução Jane Elizabeth Kraus. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2007. 830 p.

RIBEIRO, José Eduardo L. da S. *et al.* **Flora da Reserva Ducke**: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firmena Amazônia Central. Manaus, INPA, 1999. 816 p.

ROCHA, Joecildo Francisco; PIMENTEL, Rafael Ribeiro; MACHADO, Silvia Rodrigues. Estruturas secretoras de mucilagem em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribuição, caracterização morfoanatômica e histoquímica. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v.25, n.4, out/ dez. 2011.

SALATINO, Antonio; SALATINO, Maria L. Faria; NEGRI, Giuseppina. Traditional uses, Chemistry and Pharmacology of *Croton* species (Euphorbiaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 11-33, 2007.

SANT'ANNA-SANTOS, Bruno Francisco. *et al.* Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras do caule de *Spondias dulcis* Forst. F. (ANACARDIACEAE). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 03, p. 481-489, mai/jun. 2006.

- SANTOS, Alberdan Silva. et al. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório, 2004. (Embrapa Amazônia Oriental Comunicado Técnico, n. 99).
- SANTOS, Daianne S et. al..Estudo da Composição Química dos Óleos Essenciais de Três Espécies do Gênero *Croton*.In:35º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2012, Águas de Lindóia.**Resumos...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química, 2012.
- SECCO, Ricardo de S. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Euphorbiaceae- Parte I. **Rodriguésia**, v. 56, p. 143-168, 2005.
- SECCO, Ricardo de S. **Sinopse das espécies de Croton L. (Euphorbiaceae) na Amazônia brasileira: um ensaio taxonômico**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2008. 169 p.
- SECCO, Ricardo. de S.et. al.An overview of recent taxonomic studies on Euphorbiaceae s./ .in Brazil:Panorama dos recentes estudos taxonômicos em Euphorbiaceae s./no Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 63, n.1, p.227-242, 2012.
- SIANI, Antônio Carlos.et. al. Óleos essenciais. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 03, n. 16, 2000.
- SILVA, A. F.et. al. Composição química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, V. 6, n. 1, p. 1-7, 2003.
- SILVA, Geraldo Alves. **Estudo farmacognóstico de Croton urucurana Baillon (Sangra d'água)**. 1999. 285 f. Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo/ Departamento de Farmácia. São Paulo, 1999.
- SILVA, Lenir Maristela; ALQUINI, Yedo; CAVALLET, Valdo José. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta botânica brasilica**, v. 19, n.1, p. 183-194, 2005.
- SILVA, R. J. F. Procedimento metodológico. In: POTIGUARA, Raimunda Conceição de Vilhena. et al. **Estruturas Vegetais em Microscopia Eletrônica de Varredura**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2013. p. 17-21.
- SILVA, Rogério Cavalcante. **Plantas da Amazônia na saúde bucal**. 2. ed. Rio Branco: Ed. do Autor, 2011.

SOARES, Deborah Aragão. **Morfoanatomia foliar de espécies de *Croton* sect. *Luntia* (Euphorbiaceae) como contribuição para a taxonomia do gênero.** 2013. 44 f. Dissertação (mestrado) - Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SOUZA, Jasiel Nunes; XAVIER, José Jackson Bacelar Nunes; CHAVES, Francisco Célio Maia. Produção de mudas de sacaca (*Croton cajucara* Benth.). 2003. (Embrapa Amazônia Ocidental, Comunicado Técnico, n. 19).

SOUZA, P. M; MARQUES, J. M; BIZZO, H. R; ALVIANO, C. S; SELDIN, L. Essential oils from White and red sacaca (*Croton cajucara* Benth) and sacaquinha (*Croton sacaquinha*) with antimicrobial activities against sulfate-reducing bacteria (SRB). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 28, 2015, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2015.

SOUZA, Renata Ruiz Silva. **Caracterização anatômica quantitativa e composição de óleos essenciais em três estágios foliares de clones de Eucalipto e sua relação com a ferrugem.** 2008. 104 f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrômicas, UNESP, Botucatu, 2008.

SOUZA, Vinicius Castro; LORENZI, Harri. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação de famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III.** 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

STEFFENS, Andréia Hoeltz. **Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial.** 2010. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TELES, Rogério de Mesquita. **Caracterização química, avaliação térmica e atividade larvicida frente ao *Aedes aegypti* do óleo essencial da *Aniba duckei* Kostermans.** Tese (doutorado em química orgânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

THADEO, Marcela. *et al.* Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras da folha de *Casearia decandra* Jacq. (Salicaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, V.32, n.2, p. 329-338, Abr/Jun. 2009.

TIEPPO, M. *Croton cajucara* Benth. **(SACACA) UMA PLANTA DA AMAZÔNIA – AVALIAÇÃO DO SEU POTENCIAL OXIDANTE.** 2007. Dissertação (Mestrado

em Ciências Médicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 2007.

VAN DEN BERG, Maria Elisabeth. **Plantas Medicinais na Amazônia**. 3. ed. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2010. 268 p.

VERPOORTE, Robert. Secondary Metabolism. In: VERPOORTE, Robert; ALFERMANN, A. Wilhelm. **Metabolic Engineering of Plant Secondary Metabolism**. Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publishers, 2000.

VITARELLI, Narah Costa. **ANATOMIA FOLIAR COMO SUBSÍDIO PARA A SISTEMÁTICA DE *Croton* L. (SEÇÕES *Cleodora* e *Lamprocroton*), EUPHORBIACEAE**. 2013. 155 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

VITTI, Andrea Mauricio da Silveira; BRITO, José Otávio. Avaliação do rendimento e do teor de citronelal do óleo essencial de procedências e raças locais de *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 145-154, dez. 1999.

WEBSTER, G. L; DEL-ARCO-AGUILAR, M. J; SMITH, B. A. Systematic distribution of foliar trichome types in *Croton* (Euphorbiaceae). **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 121, p. 41-57, 1996.

WURDACK, Kenneth J; DAVIS, Charles C. Malpighiales phylogenetics: gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life. **American Journal of Botany**, v. 96, n. 8, p. 1551-1570, 2009.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia – CCNT - Campus V
Curso de Graduação em Engenharia Florestal
Tv. Enéas Pinheiro, 2626.
66095-100. Belém - PA
www.uepa.br