

Rinaldo Oriano Junior

Tolerancia à dessecação e armazenamento em sementes de
Campomanesia littoralis **D. Legrand** – Guabiroba da Praia (Mytaceae).

Florianópolis

2018



Rinaldo Oriano Junior

Tolerância à dessecação e armazenamento em sementes de *Campomanesia littoralis* D. Legrand – Guabiroba da Praia (Myrtaceae).

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof.^a. Neusa Steiner

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Oriano, Rinaldo

Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de
Campomanesia littoralis D. Legrand - Guabiroba da Praia
(Myrtaceae). / Rinaldo Oriano ; orientador, Neusa Steiner
, 2018.
47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis,
2018.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. recalcitrante, . 3.
germinação, . 4. déficit hídrico, . 5. conservação ex situ..
I. , Neusa Steiner . II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Rinaldo Oriano Junior

**Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de
Campomanesia littoralis D. Legrand – Guabiroba da Praia (Myrtaceae).**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial
para a conclusão do Curso de Graduação de Ciências Biológicas –
Licenciatura à Universidade Federal de Santa Catarina, realizado no
segundo semestre de 2018.

Prof. Carlos Roberto Zanetti, Dr.
Coordenador do Curso

Prof.^a Neusa Steiner Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Paulo Tomaso Miotto, Dr. (Titular)
Universidade Federal de Santa Catarina

Mestrando. Pedro Henrique Mastriani Vieira, (Titular)
Universidade Federal de Santa Catarina

Doutoranda. Ana Paula Lando. (Suplente)
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedicado esse trabalho a meus familiares Creusa Maria da Silva, Jose João da Silva, Maurina Machado Oriano, João Salvato Oriano, Maria de Fátima da Silva, Rinaldo Oriano, Priscila Rafaela da Silva Oriano.

AGRADECIMENTOS

Venho através destas palavras deixar meu sincero agradecimento a todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram parte do meu caminho até este momento. Em especial gostaria de agradecer a minha família, por sempre estar presente, por me apoiar e ensinar a levar a vida com um sorriso no coração. Agradeço também aos irmãos que a vida me deu, André, Luiz Carlos e Leandro, obrigado pelo carinho, risadas e cumplicidade, sem vocês o caminho até aqui teria sido muito mais difícil. Agradeço a todos meus colegas da Bio, pessoas maravilhosas, que me ensinaram a compartilhar, amar, a ter responsabilidade, a ouvir e falar, com tudo e com todos. Gostaria de poder mencionar todos aqui, mas a lista é extensa, impossível de colocar em muitas palavras, por isso deixo uma única palavra para todos: AaaHAaa ! Lucas Martins, Raiça , Xitão, Samantha, Anselmo, Fernanda, Angelo, Mariela, Bruno, Bah, Dani, Ana's, Marilha's, GEABio, Sala Verde, meu AaaHAaa especial à vocês. Agradeço também a todos os servidores dessa Universidade, aos que administram , ensinam, limpam, cozinham e jardinam, sem vocês esse mundo chamado UFSC não funcionaria. Agradeço a todos os membros do Laboratório de Fisiologia Vegetal, pessoas dedicadas, que sempre estiveram dispostas a compartilhar seus conhecimentos, em particular a meu amigo Pedro, pela paciência e generosidade, você me ensinou muito! Agradeço também a todos os seres da restinga, em especial as Guabirobeiras que generosamente me cederam seus frutos, seres que para além das necessidade humanas tem o direito a vida. Por último, e mais importante, deixo aqui meu eterno agradecimento a minha professora, orientadora, amiga e inspiração, professora Neusa Steiner, obrigado. Obrigado por ter me estendido a mão quando precisei, obrigado pelos ensinamentos, pelas palavras de motivação, pelos puxões de orelha, obrigado. Obrigado por ser essa pessoa extremamente dedicada ao ensino, à pesquisa, a universidade pública, obrigado.

Nasci para administrar o à toa
o em vão
o inútil.

Pertenço de fazer imagens.

Opero por semelhanças.

Retiro semelhanças de pessoas com árvores
de pessoas com rãs
de pessoas com pedras
etc. etc.

Retiro semelhanças de árvores comigo.

Não tenho habilidade pra clarezas.

Preciso obter sabedoria vegetal.

(Sabedoria vegetal é receber com naturalidade uma
rã no talo.)

E quando esteja apropriado para pedra, terei
também sabedoria mineral.

Manoel de Barros

RESUMO

Campomanesia littoralis D. Legrand é uma espécie pertencente à família das Myrtaceas. É endêmica do ecossistema de restinga e ocorre apenas em regiões litorâneas de santa Catarina ao litoral norte do estado do Rio Grande do Sul. Popularmente é conhecida como Guabiroba da Praia e produz flores e frutos atrativos para a alimentação silvestre e humana. Suas características demonstram grande potencial de aproveitamento econômico e ecológico. Nesse trabalho, objetivou-se avaliar o comportamento germinativo de sementes frente a tolerância à dessecação e armazenamento. Dessa forma, sementes de *C. littoralis* foram coletadas na restinga do município de Florianópolis e avaliadas em condições laboratoriais. Foram obtidos dados referentes à curva de dessecação, curva de embebição, condutividade elétrica e dinâmica de germinação. Os resultados encontrados mostraram que: as sementes frescas de *C. littoralis* apresentaram um valor médio de conteúdo de água (CA) de 50%. A germinação iniciou a partir do 11º dia após a semeadura e finalizou com um total de 96% após 30 dias. Quando as sementes foram expostas a dessecação por 04, 24 e 48 horas, em estufa a 25°C, o CA foi reduzido para 23%, 5% e 3%, respectivamente. A partir de 23% de CA as sementes demonstraram perda do potencial germinativo. O armazenamento em temperatura ambiente (25°C) reduziu a germinação das sementes, como também, favoreceu a proliferação de micro-organismos. Nesta condição as sementes germinam durante o armazenamento. O armazenamento em geladeira (5°C) por 15 e 30 dias conservou o potencial germinativo das sementes, gerando resultados similares aos encontrados nas sementes frescas. Estes resultados indicam que as sementes frescas de *C. littoralis* apresentam alta qualidade fisiológica, são intolerantes a dessecação, porém com possibilidades de armazenamento em baixas temperaturas.

Palavras-chave: Sementes recalcitrantes, germinação, déficit hídrico, conservação ex situ.

ABSTRACT

Campomanesia littoralis D. Legrand is a species from the Myracea family. It is endemic to the restinga ecosystem in the coastal regions of Santa Catarina and north coast of Rio Grande do Sul state. It is popularly known as Beach's Guabiroba and produces attractive flowers and fruits for wild and human food. Its characteristics demonstrate great potential for economic and ecological use. The aim of this work was to evaluate the seed germinative behavior to the desiccation tolerance and storage. *C. littoralis* seeds were collected in the restinga of Florianópolis city and evaluated in laboratory conditions. We get data of seed desiccation curve, imbibition curve, electrical conductivity, and germination dynamics. Our results showed that *C. littoralis* fresh seeds had 50% of water content (WC) and start to germinate at 11 days after sowing and end with 96% of germination after 30 days. When the seeds were submitted to the desiccation for 4, 24 and 48 hours at 25 ° C, the seeds WC were 23%, 5%, and 3%, respectively. From the 23% of WC, the seeds showed loss of germination potential. Seed storage at 25°C reduced the total germination, as well allow microorganisms proliferation. In this condition, the seeds germinate during the storage. Seed storage at 5°C during 15 and 30 days showed a germination potential similar to the fresh seeds. Our results indicate that *C. littoralis* seeds had high physiological quality and were intolerant to desiccation, however, keep possibilities of storage at low temperatures.

Keywords: Seed recalcitrant, germination, hydric drought, *ex situ* conservation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. a. Localização geográfica do município de Florianópolis, estado de Santa Catarina. **b.** Localização da área de coleta no município de Florianópolis. **c.** Regiões utilizadas para coleta, restinga do bairro Rio Tavares (n°1, 2 e 3) e Lagoa do Peri (n°4) (GOOGLE MAPS 2018).

Figura 2. Comportamento reprodutivo assincrônico em *C. littoralis*. **A.** Indivíduo em floração. **B.** Flor. **C.** Ramos e frutos. **D.** Fruto verde. **E.** Variação no tamanho de frutos maduros.

Figura 3. Classes de frutos de *C. littoralis* separados por peso (g) em relação a número de sementes.

Figura 4. Morfologia da semente e do embrião de *C. littoralis*. **a.** Semente revestida por tecido glandular, característico do gênero *Campomanesia* spp. **b.** Semente em corte longitudinal, contendo 2 embriões. **c.** Face “A” do embrião, sem os tecidos de revestimento. **d.** Em detalhe a localização dos paracotédones (seta). **e.** Face “B” do embrião. Barras = 1mm

Figura 5. Conteúdo de água das sementes de *C. littoralis* em função do tempo de dessecação em estufa (25° C).

Figura 6. Curva de embebição de sementes de *C. littoralis* a partir de diferentes conteúdos de água (%). Triângulos indicam 51 % de germinação. CA= conteúdo de água. (**50%** = $y = 1,514^{-11}x^3 - 4,359^{-7}x^2 + 0,004x + 110,27$. $R^2 = 0,7935$. **23%** = $y = 4,055^{-11}x^3 - 1,069^{-6} + 0,008x + 121,65$. $R^2 = 0,779$. **5%** = $y = 1,25^{-11} * x^3 - 7,09^{-7}x^2 + 0,012x + 136,77$. $R^2 = 0,9356$. **3%** = $y = 1,489^{-11}x^3 - 8,073^{-7}x^2 + 0,014x + 137,34$. $R^2 = 0,9345$).

Figura 7. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de *C. littoralis* em diferentes CA (%) durante a embebição. Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). h= horas.

Figura 8. Dinâmica de germinação de sementes de *C. littoralis* em diferentes conteúdos de água (CA). CA= conteúdo de água. h = horas.

Figura 9. Germinação de *C. littoralis* em diferentes conteúdos de água (CA), após 15 e 30 dias de armazenamento a 25 e 5°C. D = dias. Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 10. Sementes de *C. littoralis* contaminadas por fungo durante o armazenamento de 30 dias em temperatura ambiente (25°C). **a.** Lote de sementes com CA de 50%, contaminadas por fungos e apresentando 40% de sementes germinadas. **b.** Sementes com o CA de 23%, contaminadas por fungos.

Figura 11. Dinâmica de germinação de sementes de *C. littoralis* armazenadas por 15 dias, em temperaturas de 25°C e 5°C. CA= conteúdo de água. IVG = Índice de Velocidade de Germinação.

Figura 12. Dinâmica de germinação de sementes de *C. littoralis* armazenadas por 30 dias, em temperaturas de 25°C e 5°C. CA= conteúdo de água. IVG = Índice de Velocidade de Germinação.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Conteúdo de água de *C. littoralis* na base úmida (%), em função do tempo de dessecação em estufa (25°C).

Tabela 2. Germinação de sementes de *C. littoralis* em diferentes conteúdos de água (CA).
IVG = índice de velocidade de germinação.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	19
2.1. Objetivo geral	19
2.2. Objetivos específicos	19
3. MATERIAIS E METODOS	19
3.1. Material Vegetal	20
3.2. Caracterização de frutos e sementes	20
3.3. Conteúdo de água e dessecação de sementes	21
3.4. Curva de embebição	21
3.5. Tolerância a dessecação	21
3.6. Condutividade elétrica	22
3.7. Armazenamento	23
3.8. Teste estatístico	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Características de frutos e sementes	23
4.2 Conteúdo de água (CA) e dessecação das sementes	27
4.3. Curva de dessecação	28
4.4. Curva de embebição	30
4.5. Condutividade elétrica.....	32
4.6. Germinação	33
4.7 Armazenamento das sementes	35
5. COMCLUSÃO E CONSDERAÇÕES	42
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

A família botânica Myrtaceae é conhecida mundialmente pela sua grande diversidade de espécies como goiabas, araçás, pitangas, guabirobas e eucaliptos. Distribuídas naturalmente ou por vias antrópicas as Myrtaceae estão presentes em quase todo o globo terrestre, com exceção dos polos. Sua principal concentração se dá nas regiões tropicais e subtropicais (BARROSO, 1991; MARCHIORI & SOBRAL, 1997). A família é constituída de 144 gêneros (JUDD et al., 1999) e cerca de 3100 a 4600 espécies (JUDD et al., 1999; MARBBERLEY, 1997). Assim como as famílias Fabaceae e Rubiaceae, as Myrtaceae são citadas entre as principais famílias dos ecossistemas brasileiros (SOUZA & LORENZI, 2005). Seu porte pode variar de arbóreo a arbustivo. Na Mata Atlântica é o grupo lenhoso mais abundante (REITZ et al., 1978). Sua madeira não possui grande interesse comercial, sendo utilizada apenas para lenha ou na confecção de pequenos utilitários (MARCHIORI & SOBRAL, 1997). Suas flores e frutos possuem grande valor ecológico e também comercial. Suas flores, muito apreciadas por polinizadores, em particular as abelhas nativas, podem ser utilizadas na produção de mel e pólen. Seus frutos, ricos em água e carboidratos e pobres em proteínas e lipídeos (LANDRUM & KAWASAKI, 1997; PIZO, 2002) são produzidos em grande quantidade e servem de alimento para a fauna silvestre como também na alimentação humana, podendo ser consumidos em natura ou utilizados na confecção de produtos. Suas folhas e frutos também apresentam compostos oleogenos com grande potencial medicinal. *Eugenia Inoucrata* DC. (cereja do mato), *Eugenia pyriformis* Camb. (Uvaia), *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (guabiroba do campo), *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret. (goiaba serrana) são alguns exemplos de espécies indicadas para pomares comerciais, para produção de mudas, para alimentação ou confecção de produtos (LORENZI, 1992, 1998; DONADIO & MORO, 2004). Essas espécies representam uma parcela muito pequena quando comparado à diversidade e o potencial de aproveitamento de espécies da família, sendo que muitas das espécies frutíferas e medicinais, principalmente as nativas, ainda se encontram desconhecidas ou subutilizadas. Nos sistemas ecológicos em que a família está presente, naturais ou cultivados, atuam como um componente fundamental na manutenção do equilíbrio ecológico e na capacidade de resiliência desses ambientes, restaurando e nutrindo sua biodiversidade. Levando em consideração a importância da família e o avanço na degradação ambiental e perda da diversidade genética, que cotidianamente se intensificam nos ecossistemas do Brasil e em outras partes do mundo, medidas para a conservação desse grupo se fazem urgentes e estratégicas. No entanto, mais pesquisas devem ser realizadas, pois os

estudos referentes à família ainda são insipientes, sendo que pouco ou quase nada sabemos a respeito de sua biologia do desenvolvimento das plantas, dinâmica de germinação, manejo, exigências climáticas e conservação *ex-situ*.

No ecossistema de restinga da Ilha de Santa Catarina as Myrtaceas também estão presentes. Nas dunas fixas e semifixas essas compreendem o grupo vegetal mais abundante (BRESOLIM, 1979). Conhecido por ser um ambiente hostil, que apresenta escassez de nutrientes, alta salinidade, temperaturas elevadas e fortes ventos, a restinga possui uma fitosociologia complexa e heterogênea, composta por organismos adaptados e capazes de lidar com essas adversidades. *Campomanesia littoralis* D. Legrand é uma dessas Myrtaceae que vivem na restinga e é endêmica desse ecossistema. A degradação ambiental gerada pela urbanização das zonas costeiras compromete o hábitat de *C. littoralis* que ainda pode ser encontrada nas regiões litorâneas da ilha de Santa Catarina até as praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (Legrand & Klein 1977). Ocorre apenas em locais de restinga primárias ou em estágios de regeneração secundária, médio ou avançado (FALKENBERG, 1999). É conhecida popularmente como Guabiroba da Praia e pertencente ao gênero *Camponesia* spp. Seu porte pode variar entre arbustivo e arbóreo, de 1 a 6 metros de altura. Seu tronco e ramificações são tortuosos e sua copa apresenta formato irregular. Suas folhas são ovadas a orbiculares, com base arredondada e margem enrugada, variando de 2 a 5 cm de comprimento e 1,5 a 4 cm de largura (LEGRAND & KLEIN, 1977). Seu período de floração pode se estender de janeiro a julho. Com flores brancas e em grande numero, se destaca em meio a vegetação da restinga. Seus frutos são globosos, do tipo baga campomanesíode, são abundantes e atrativos para alimentação humana e silvestre. Podem ser consumido in natura ou processados. Sua polpa apresenta sabor cítrico. Os compostos oleogenossos presente nas glândulas que revestem as sementes, quando rompidas, conferem picância ao sabor da polpa.

Mesmo possuindo todos esses atrativos *C. littoralis* ainda é pouco conhecida entre os diferentes setores da sociedade. Na literatura científica há poucos trabalhos que incluem *C. littoralis*, e esses estão restritos principalmente a sua taxonomia. Nos estudos de Lamdrum (1986), por exemplo, *C. littoralis* é tratada como uma variedade distinta de *C. xanthocarpa* (*C. xanthocarpa* var. *littoralis*). Já nos estudos de Sobral (2003), as diferenças morfológicas e de habito apresentadas em *C. littoralis* são consideradas suficientes para trata-la ao nível de espécie, restrita as regiões de restingas. Em concordância com Sobral (2003) neste trabalho trataremos *C. littoralis* como espécie. Além desses estudos taxonômicos nenhuma outra pesquisa foi realizada, e assim não há informações sobre o processo germinativo ou suas

exigências climáticas. No entanto, estas informações são indispensáveis para estruturar programas de conservação da espécie em seu habitat natural (*in-situ*) como também em bancos de germoplasma (*ex-situ*) (BRASIL, 2000) ou ainda manejo visando a produção comercial de frutos. Não diferente das demais myrtaceas, *C. littoralis* tem suas sementes como a principal forma de propagação. Dessa forma, o sucesso na formação de mudas esta intimamente ligada à qualidade dessas sementes (REGO et al., 2009), que precisam lidar com fatores internos e externo para completarem seu desenvolvimento e se estabelecerem. Água, temperatura, oxigênio e luz são algumas dessas variáveis que influenciam diretamente o comportamento e o sucesso da germinação (BASKIN & BASKIN, 1998).

Os testes de germinação, de forma geral, são utilizados para avaliar a qualidade das sementes, e devem ser conduzidos em ambientes apropriados, onde se possa fornecer condições favoráveis de luz, água, temperatura e substrato. Esses testes, como pode ser observado nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e em outras literaturas existentes, possuem protocolos majoritariamente voltados para culturas agrícolas, sendo que para espécie florestais esses protocolos são inexpressivos, necessitando serem adaptados ou desenvolvidos. Outro caráter importante sobre as sementes, e que esta diretamente relacionada à sua qualidade, diz respeito a sua capacidade fisiológica de lidar com as adversidades ambientais durante o período que antecede a germinação, e ainda assim manter o seu potencial germinativo. Referente a essa capacidade fisiológica Roberts (1973), levando em consideração a tolerância ao armazenamento, classifica as sementes em dois grupos, onde o primeiro é denominado como ortodoxas, e contempla as sementes que se mantêm viáveis após terem seu conteúdo de água (CA) reduzido para cerca de 5%, como também tolerar o armazenado em baixas temperaturas por um longo período. Já no segundo grupo estão as sementes recalcitrantes, que não toleram a redução no CA e o armazenamento prolongado. Posteriormente foi criado um terceiro grupo, onde as sementes que demonstravam comportamento intermediário as ortodoxas e recalcitrantes forma inseridas (Ellis et al., 1990). Para Hong & Ellis (1996) as sementes que apresentam comportamento intermediário são aquelas que toleram a desidratação de 7% a 10% de umidade e não toleram baixas temperaturas durante período de tempo prolongado. Porém, conforme novas pesquisas estão sendo realizados, principalmente entre as espécies tropicais, novos comportamentos estão sendo constatados. Neste sentido, as categorias já conhecidas tem se mostrado úteis porém insuficientes para realmente compreendermos a diversidade de comportamento fisiológico das sementes e suas implicações no sucesso do estabelecimento de plântulas e dispersão da espécie.

Levando em consideração os aspectos acima citados objetivou-se neste trabalho estudar as características morfológicas e o comportamento fisiológico de sementes de *C. littoralis* submetidas à dessecação e ao armazenamento. Estas informações servirão como base inicial sobre as sementes desta espécie e poderão ser consideradas em programas para conservação de germoplasma *in situ* bem como *ex situ*.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Estudar as características morfológicas e o comportamento fisiológico de sementes de *C. littoralis* submetidas à dessecação e ao armazenamento visando gerar informações para o uso e conservação de germoplasma.

2.2 Objetivo específico

- Avaliar as características morfológicas de frutos e das sementes de *C. littoralis*
- Avaliar vigor e viabilidade de sementes de *C. littoralis*
- Avaliar a tolerância à dessecação e ao armazenamento das sementes de *C. littoralis*
- Caracterizar e identificar as condições necessárias básicas para a germinação de sementes de *C. littoralis*

3. Materiais e Métodos

3.1. Material vegetal

Para realizar esse trabalho, frutos maduros de *Campomanesia littoralis* foram coletados em diferentes matrizes, distribuídas em 4 regiões de restinga, do município de Florianópolis (altitude de 3 m), no estado de Santa Catarina, Brasil (figura 1). Ao todo foram realizadas 10 expedições de coleta a campo, que ocorreram entre os meses de janeiro e março. Aproximadamente 30 indivíduos forneceram frutos para os testes. A cada coleta todas as 4 regiões de coleta foram visitadas (Figura 1.c). Uma vez coletados, os frutos foram armazenados em geladeira (5°C), por um período máximo de uma semana, no Laboratório de Fisiologia Vegetal do departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina. Os frutos danificados ou em estágios avançados de maturação foram descartados. As sementes foram beneficiadas manualmente antes dos experimentos.

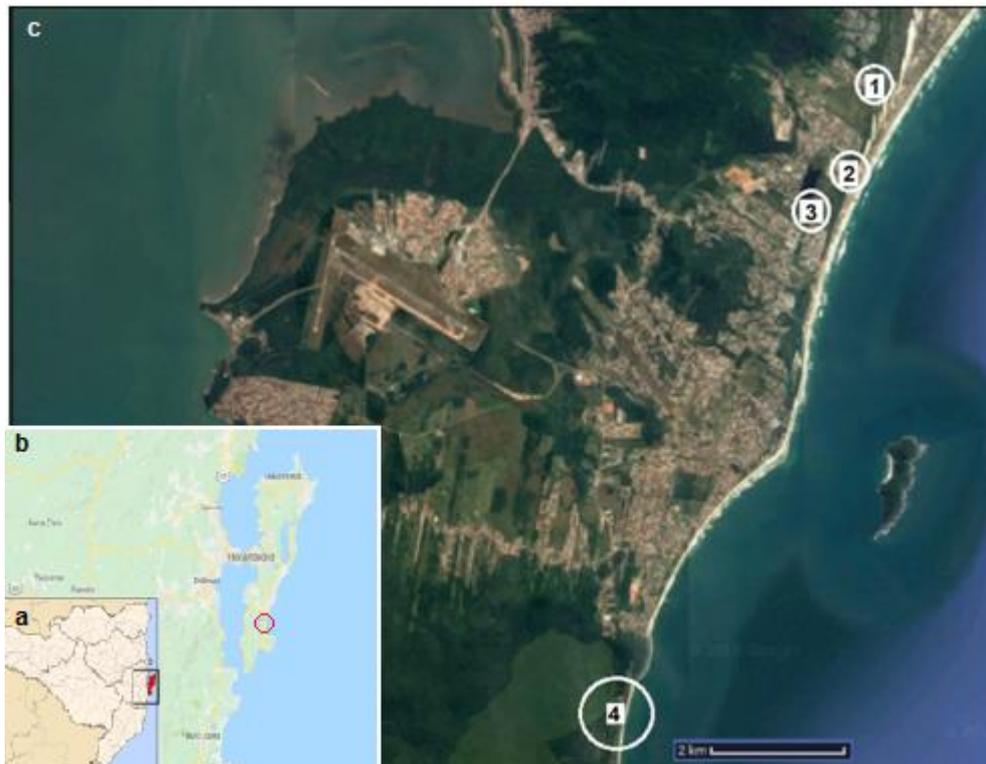


Figura 1. a. Localização geográfica do município de Florianópolis, estado de Santa Catarina. b. Localização da área de coleta no município de Florianópolis. c. Regiões utilizadas para coleta, restinga do bairro Rio Tavares (n°1, 2 e 3) e Lagoa do Peri (n°4) (GOOGLE MAPS 2018).

3.2. Caracterização de frutos e sementes

A partir de 100 frutos selecionados aleatoriamente, foram contabilizados os valores médios de peso dos frutos e sementes de *C. littoralis*. Sementes vazias não foram contabilizadas.

3.3. Conteúdo de água e dessecação das sementes

Para quantificar o conteúdo de água inicial das sementes de *C. littoralis*, quatro repetições de 25 sementes, selecionadas aleatoriamente, foram submetidas ao método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009). Após beneficiamento as sementes foram pesadas em balança de precisão, antes (PU) e depois (PS) da secagem. A partir desses valores foi calculado o conteúdo de água das sementes, expresso em massa fresca (%H₂O) e massa seca (gH₂O g⁻¹ dw).

$$\text{MF} : \frac{\text{PU} - \text{PS}}{\text{PU}} = \% \text{H}_2\text{O} \qquad \text{MS} : \frac{\text{PU} - \text{PS}}{\text{PS}} = \text{gH}_2\text{O g}^{-1} \text{ dw}$$

Onde :

MF = Massa Fresca (antes da estufa)

MS = Massa Seca (depois da estufa)

PU = peso úmido

PS = peso seco

3.4. Curva de embebição

O comportamento de absorção de água das sementes de *C. littoralis* foi observado a partir do incremento percentual de massa. Em balança de precisão (0,001) foram realizadas pesagens com intervalos de 30 minutos durante as 2 primeiras horas. Seguindo para intervalos de 1 hora, até completar as primeiras 24 horas. Finalizando com 1 pesagem diária até o fim do teste (51% de germinação). Foram obtidas curvas de embebição para todos os tratamentos de

dessecação. Para isso utilizou-se 4 repetições de 25 sementes para cada tratamento. Durante o período de embebição as sementes foram mantidas em câmara tipo B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*), sob um fotoperíodo de 12 horas e temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Antes de cada pesagem as sementes foram secas superficialmente com o auxílio de papel toalha. A reposição de água foi realizada sempre que necessário, após as pesagens. O teste foi encerrado quando todas as repetições alcançaram o valor de 51% de germinação.

3.5. Tolerância à dessecação

Para verificar a tolerância à dessecação, as sementes frescas (50% CA) de *C. littoralis*, foram secas em estufa 25°C . Após a dessecação as sementes foram avaliadas através do teste de germinação.

3.6. Condutividade elétrica

Para realizar o teste de condutividade elétrica utilizou-se metodologia baseada em Marcos Filho et al. (1987). Assim, sementes desseçadas por 00, 04, 24 e 48 horas tiveram quantificados a quantidade de eletrólitos lixiviados durante o seu processo de embebição. Para cada tratamento de dessecação analisado foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes. Durante a embebição as sementes permaneceram imersas em copos plásticos de 180 mL, contendo 75 mL de água destilada. As medições foram realizadas com o condutivímetro *SensorData*TM SD201. As medidas foram realizadas a cada 2 horas durante as primeiras 12 horas, finalizado o teste com uma ultima pesagem após 24 horas. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

3.7. Armazenamento

Sementes nos CA de 50%, 23%, 5% e 3% foram submetidas aos armazenamentos de 15 e 30 dias, em temperaturas de 25°C e 5°C . Todos as condições testas foram realizados com 4 repetições de 25 sementes. Durante o armazenamento as sementes não tiveram contato com a luz. Para acomodar as sementes foram utilizadas embalagens plásticas, hermeticamente fechadas, tipo Zipi lock. Todos os tratamentos de armazenamento foram avaliados a partir do teste de germinação.

3.8. Teste de germinação

Os testes de germinação foram realizados em placas de Petri, com papel Germitest umedecido com água destilada autoclavada. As repetições foram distribuídas aleatoriamente em câmara de germinação tipo B. O. D, sob temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Para desinfestar as sementes, essas foram mergulhadas em álcool 70%, por 30 segundos, hipoclorito de sódio (5% v/v) por 3 minutos, finalizando com 3 lavagens em água destiladas. Os resultados foram avaliados a partir da quantidade total de sementes germinadas (%), dinâmica de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG), segundo a equação proposta por Maguire (1962). Sementes não germinadas foram submetidas ao teste de tetrazólio (BRASIL, 2009) para verificar sua viabilidade.

3.9. Testes estatísticos

Os experimentos foram realizados a partir de delineamento experimental inteiramente casualizado. Com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. A comparação de médias foi realizada a partir do teste de Tukey (0,05).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização de frutos e sementes

Durante uma mesma coleta, foram observados indivíduos de *Campomanesia littoralis* em diferentes fases de desenvolvimento, vegetativa ou reprodutiva. Os indivíduos em fase reprodutiva estavam tanto em estágio de floração (Figura 2a, 2b), com flores brancas, solitárias ou ramifloras, como também em estágio de frutificação (Figura 2c, 2d). Isto caracterizou o desenvolvimento e ciclo assincrônico da espécie.

A maioria das plantas observadas durante as coletas estavam nas regiões de borda da restinga arbórea, semi ou totalmente expostas à luz solar (Figura 2a). Seus frutos também apresentaram maturação assincrônica. Na mesma planta foram observados frutos com coloração variando do verde ao amarelo-alaranjado, sendo essa última cor associada à maturação (Figura 2e). Além da coloração foi observado que ocorre uma variação no tamanho

dos frutos (Figura 2e), no entanto, esta variação foi descrita apenas qualitativamente e não foi quantificada no presente trabalho.

De acordo com Barbeta & Marcos Filho (1998) o padrão de desenvolvimento assincrônico é típico de espécies tropicais, que por serem em sua maioria sensíveis a desidratação não formam bancos de sementes. Dessa forma as sementes são dispersas gradativamente ao longo da fase reprodutiva, nos períodos em que o ambiente está mais favorável para oportunizar a germinação das sementes. Estes dados corroboram com as características observadas em *C. littoralis*.



Figura 2. Comportamento reprodutivo assincrônico em *C. Littoralis*. **A.** Individuo em floração. **B.** Flor. **C.** Ramos e frutos. **D.** Fruto verde. **E.** Variação no tamanho de frutos maduros.

A variação no tamanho dos frutos apresentou relação com o número de sementes (Figura 3). Foi possível identificar 4 categorias de peso de frutos. Os frutos mais pesados foram inseridos na categoria de 1,31 F 1,5g, e apresentaram número médio de 5 sementes por fruto. Em seguida foram inseridos os frutos que variaram entre 1,11 F 1,3g e apresentaram uma média de 4 sementes por fruto. Seguindo para os frutos com o peso entre 0,71 F 1,1g que tiveram média de 2 sementes por fruto. Por fim, os frutos com peso entre 0,3 F 0,7g, que apresentaram em média 1 semente por fruto. Importante ressaltar que mesmo agrupando em

distintas categorias os frutos observados apresentaram grande desvio padrão em relação ao número de sementes, sendo encontrado até 9 sementes na categoria de frutos mais pesados. Não foram encontrados frutos sem sementes. Esta variação no número de sementes possivelmente está associada à biologia reprodutiva da espécie, estado nutricional da planta ou questões ecológicas, havendo a necessidade de mais estudos para compreender essa dinâmica.

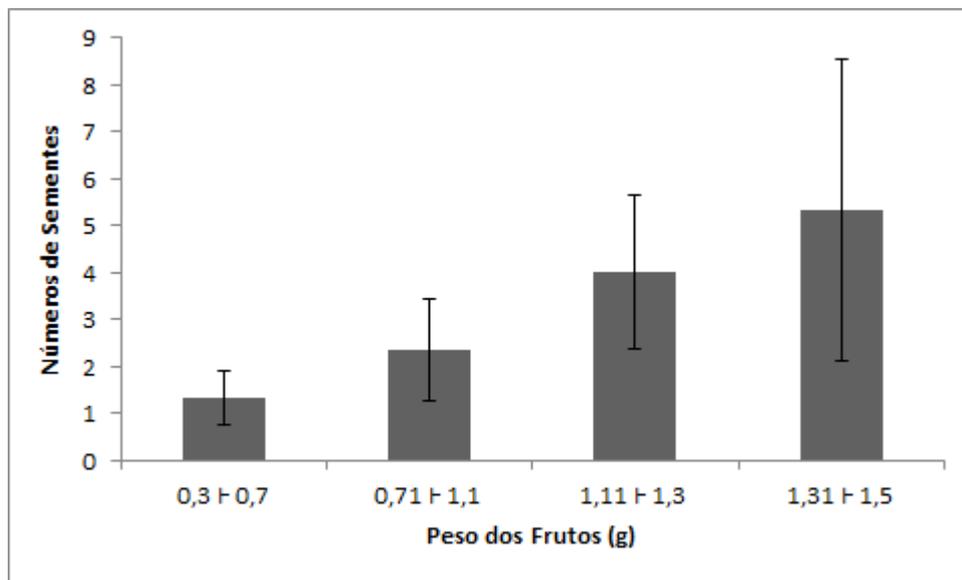


Figura 3. Classes de frutos de *C. littoralis* separados por peso (g) em relação a número de sementes.

As sementes de *C. littoralis* apresentam características típicas do gênero *Campomanesia* spp. (LEGRAND & KLEIN, 1977), onde o embrião é circundado por um tecido glandular (Figura 4a). De acordo com Landrum (1982) esse tecido é formado pela parede interna do lóculo, que após o desenvolvimento do embrião permanece aderido à semente, formando uma falsa testa. Em *C. xanthocarpa* O. Berg sabe-se que as glândulas que revestem a semente contem um óleo rico em lipídeos e fenóis e conferem proteção ao embrião contra fatores bióticos e abióticos, atuam como dissuasivos alimentar, antioxidante e contra dessecação (SANTOS, 2013). Devido às semelhanças apresentadas entre essa e *C. littoralis* acreditamos que ambas compartilham das características citadas, porém sobre esses assuntos ainda não há estudos para *C. littoralis*. Uma vez retirado os tecidos de revestimento da semente podemos visualizar um embrião carnoso, mais ou menos achatado reniforme, enrolado em espiral, preenchendo todo o espaço interno. Este embrião apresenta coloração

branca e hipocótilo pronunciado, “inchado” (Figura 4b). No ápice do eixo radícula-hipocótilo, recurvado na extremidade interior, encontram-se diminutos para-cotilédones (Figura 4d). Para Vogel (1980) os para-coilédones são estruturas homólogas aos eófilos, sendo que espécies que os possuem tiveram seus cotilédones verdadeiros reduzidos durante o processo evolutivo, e assim acumulam suas reservas em outras estruturas do embrião. Para os embriões do gênero *Campomanesia* spp., o inchaço no hipocótilo esta associado a um acúmulo de reservas de amido, utilizado para nutrir a plântula durante seu desenvolvimento inicial (LANDRUM & STEVSON, 1986).

Dentro da família das Myrtaceae, a tribo Myrteae (WINLSON et al., 2001) pode ser dividida em 3 subtribos, Myrtinae, Eugeniinae, Myrciinae (MCVAUGH, 1968), sendo estes separados principalmente pelas características apresentadas em seus embriões. Assim, embriões que apresentam cotilédones bem desenvolvidos são pertencentes a subtribo Eugeniinae. Embriões com cotilédones e hipocótilo bem desenvolvidos, são atribuídos a subtribo Myrciinae. Finalmente, embriões com apenas o hipocótilo desenvolvidos e com cotilédones pequenos ou vestigiais pertencem a subtribo Myrtinae, incluindo assim o gênero *Campomanesia* spp. Importante ressaltar que estas adaptações morfológicas no embrião ocorrem em diferentes ambientes, variando de clima moderado a tropical, de úmido a seco. Landrum e Steveson (1986), ao levantarem a questão sobre quais fatores levariam os embriões a acumularem reservas no próprio corpo consideraram que as razões não estariam relacionadas ao clima, e sim, seriam uma resposta evolutiva a ausência de endosperma característica das sementes de Myrtaceae. Para algumas sementes de *C. littoralis* também foi constatado a presença de 2 embriões por unidade (Figura 4b), porém esta característica não foi quantificada no trabalho.



Figura 4. Morfologia da semente e do embrião de *C. littoralis*. **a.** Semente revestida por tecido glandular, característico do gênero *Campomanesia* spp. **b.** Semente em corte longitudinal, contendo 2 embriões. **c.** Face “A” do embrião, sem os tecidos de revestimento. **d.** Em detalhe a localização dos paracotyledones (seta). **e.** Face “B” do embrião. Barras = 1mm.

4.2. Conteúdo de água (CA) e dessecação das sementes

Antes de realizar os testes foi necessária separar manualmente as sementes da polpa dos frutos que em seguida foram lavadas em água corrente com auxílio de peneira. Posteriormente essas foram friccionadas em tecido de algodão para retirar o excesso da polpa. Para beneficiar 100 sementes foram necessários aproximadamente 30 minutos. Após beneficiamento, antes de montar os experimentos, as sementes foram mantidas fechadas em placas de Petri por no máximo de 10 minutos para evitar a desidratação sendo em seguida submetidas aos testes fisiológicos.

As sementes de *C. littoralis* beneficiadas e submetidas a dessecação em estufa 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009) apresentaram conteúdo de água (CA) médio de 50,212% ($\pm 1,46$). Quando esse valor foi calculado a partir da base seca obtivemos o resultado de 1,058 g H₂Og⁻¹dw. O resultado calculado a partir da base seca é obtido através da relação entre gramas de água por gramas de matéria seca (g H₂Og⁻¹dw), assim o CA esta sendo calculado a partir de um valor fixo (base seca), que não se altera durante a dessecação, gerando valores lineares que podem ser mais precisos em relação a real perda de água durante a dessecação.

Os cálculos realizados a partir da base úmida (%H₂O) fornecem resultados não lineares, pois estão relacionados a perda recíproca do peso inicial (BLACK & PRINTCHARD, 2002) e assim podem não revelar o real CA das sementes. Apesar disso, neste trabalho por convenção utilizamos a base úmida (%) para comparação com as demais espécies.

Para o gênero *Campomanesia* spp. o CA apresenta grande variação, dentro e entre espécies. Em *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg foi observado 57 % de CA (DRESCH et al., 2012). Para *C. xanthocarpa* (Mart.) O. Berg foi de 40,63% de CA (VIEIRA, dados não publicados). Em *C. guazumifolia* (Cambes.). O. Berg foi de 9% (SANTOS et al., 2004). Essas variações podem estar relacionadas com fatores genéticos, comportamento fisiológico ou até condições microclimáticas (HONG & ELLIS, 1996), sendo assim, é uma característica determinada por relações complexa, que estão diretamente ligadas ao ambiente em que a planta se desenvolve (ÁQUILA & FERREIRA, 1984). Os conhecimentos sobre essas relações ainda são iniciais e necessitam de mais estudos para compreender como essas características são determinadas, dessa forma mais estudos devem ser realizados, principalmente associando esses ao estabelecimento das espécies no seu ecossistema de origem.

4.3. Curva de dessecação

Sobre o comportamento de dessecação das sementes, foi observado que após a retirada da polpa o CA em *C. littoralis* reduz rapidamente. No ambiente de laboratório, com a utilização de estufa (25°C), foi observado que o CA das sementes reduziu para cerca 23% após 04 horas, e para 5% ($\pm 3,53$) após 24 horas. Após esse período as sementes demonstraram uma tendência a estabilização, que por vez foi observada em 48h, quando as sementes estabilizaram seu CA em 3% ($\pm 0,28$), sendo esse mantido até o fim das observações, 144 h (6 dias) (Figura 5).

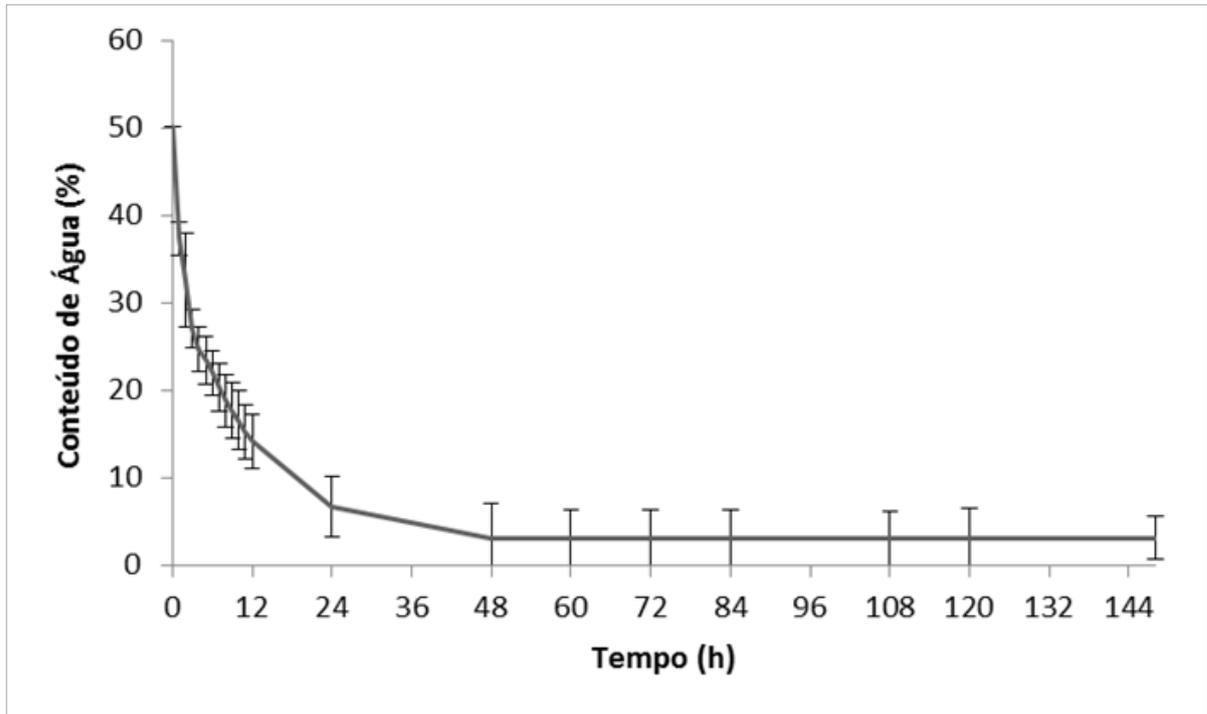


Figura 5. Conteúdo de água das sementes de *C. littoralis* em função do tempo de dessecação em estufa (25° C).

A partir da curva de dessecação foi verificado que em temperatura compatível com a atividade biológica das sementes (25°C) a perda de água é relativamente rápida, porém o CA estabiliza após 48 horas. Resaltamos que este estudo foi realizado em condições laboratoriais, com variáveis controladas. Certamente esse período de dessecação pode apresentar variações dependendo das condições térmicas em que a semente se encontra, sendo essas variações determinantes para a manutenção da viabilidade da semente e posterior germinação. Neste sentido, os dados aqui gerados subsidiam, auxiliam e provocam futuros estudos, principalmente realizados a campo, que ajudem a responder como a temperatura, a velocidade da dessecação e o CA afetam de fato a germinação e o estabelecimento da espécie.

Durante o processo de dessecação das sementes de *C. littoralis*, em condições laboratoriais, encontramos uma grande variação na velocidade com que essas perdem água. Para alcançar o mesmo valor de CA, a partir do acompanhamento da perda de peso, algumas repetições necessitaram ficar mais ou menos tempo sob dessecação. Contudo, a partir dos valores médios encontrados durante as dessecações, consideramos que após 04 horas de dessecação as sementes apresentam um valor médio de 23% de CA. Após 24 horas apresentaram CA médio de 5%. Após 48 horas apresentaram o valor médio de 3% de CA (Tabela 1). Essas médias foram utilizadas para a realização dos demais testes fisiológicos.

Tabela 1. Conteúdo de água de *C. littoralis* na base úmida (%), em função do tempo de dessecação em estufa (25°C).

Dessecação (h)	Base úmida(%)
0	50,212 ± 1,46
4	23,645 ± 1,53
24	5,421 ± 3,53
48*	3,149 ± 0,28

* A partir de 48 horas o CA não se alterou.

4.4. Curva de embebição

Durante o processo de embebição verificamos diferenças entre o comportamento das sementes com e sem tratamento de dessecação (Figura 6). Para sementes frescas (50% CA) de *C. littoralis* foi observado um processo que durou cerca de 312 horas (13 dias), onde nas primeiras 24 horas ocorreu um aumento de 14% do peso inicial, seguindo para uma absorção lenta e constante, até a protrusão da radícula (13º dia). Até o final do teste (51% de germinação - 13 dias) houve um incremento total de massa de 27,53% nessas sementes. Para sementes que tiveram seu CA reduzido a embebição também foi constante e lenta até o final do teste (51% de germinação). No entanto, quando comparamos com as sementes frescas, verificamos um maior aumento no volume de água absorvida nas primeiras 24 horas, proporcional a intensidade da dessecação, quanto maior a dessecação maior o volume de água absorvida. O tempo necessário para a protrusão da radícula também foi alterado após a dessecação. Sementes com 23% de CA levaram 246 horas (11 dias) para completarem o processo de embebição. Durante as primeiras 24 horas essas sementes tiveram um aumento de massa de 33%, finalizando com 47,5% a mais do peso inicial. Para sementes com o CA de 5 % o tempo necessário para embebição foi de 528 horas (22 dias), com um incremento de massa de 67% nas primeiras 24 horas, finalizando o teste com 143% de incremento de massa. Já as sementes dessecadas a 3% de CA, nas primeiras 24 horas houve uma absorção de 69,58% do seu peso inicial. Até o 25º dia de teste essas sementes não haviam alcançado o valor de 51% de germinação.

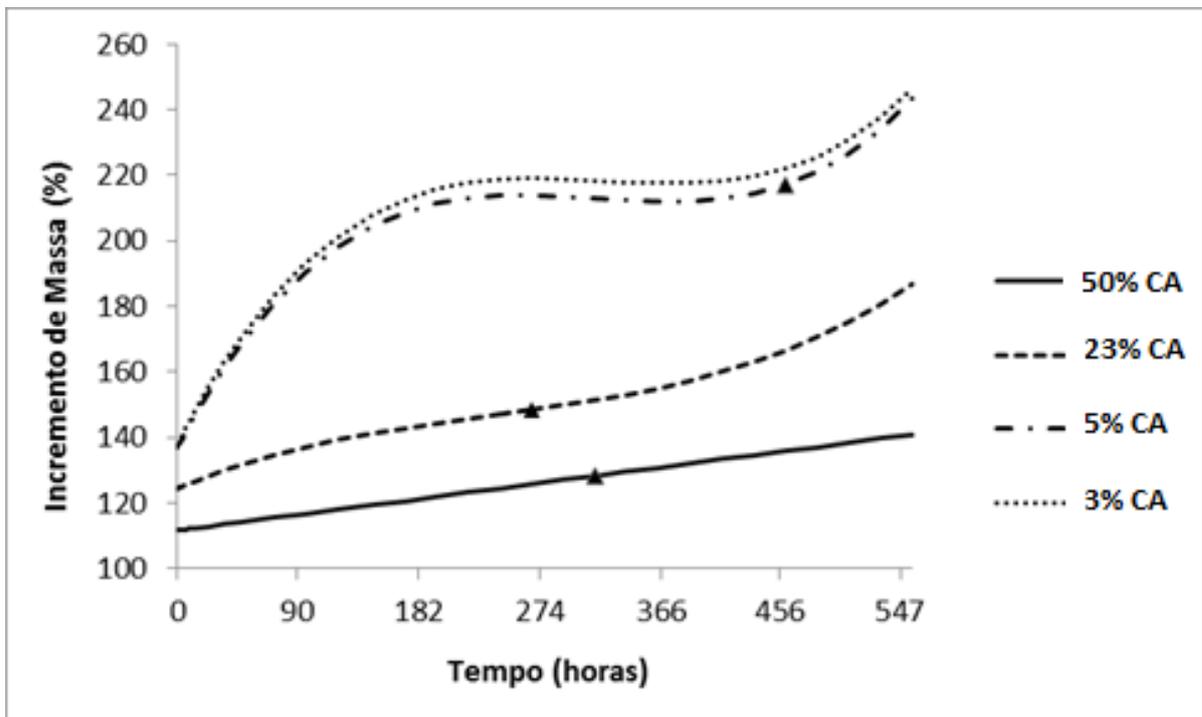


Figura 6. Curva de embebição de sementes de *C. littoralis* a partir de diferentes conteúdos de água (%). Triângulos indicam 51 % de germinação. CA= conteúdo de água. (**50%** = $y = 1,514^{-11}x^3 - 4,359^{-7}x^2 + 0,004x + 110,27$. $R^2 = 0,7935$. **23%** = $y = 4,055^{-11}x^3 - 1,069^{-6} + 0,008x + 121,65$. $R^2 = 0,779$. **5%** = $y = 1,25^{-11} * x^3 - 7,09^{-7}x^2 + 0,012x + 136,77$. $R^2 = 0,9356$. **3%** = $y = 1,489^{-11}x^3 - 8,073^{-7}x^2 + 0,014x + 137,34$. $R^2 = 0,9345$).

De maneira geral é comum visualizar um comportamento trifásico durante a germinação de sementes (Bewley & Black 1994). Na 1ª fase do processo ocorre uma embebição relativamente rápida, onde a entrada de água se dá por um processo puramente físico, através do potencial matricial (Ψ_m) da semente. Já na 2ª fase a absorção de água é menor, lenta e constante. Durante esses períodos iniciais a semente realiza reparos em organelas e moléculas, sintetiza RNAm's e dá início a degradação das reservas, reativando assim seu metabolismo. Já a 3ª fase é marcada pelo processo de divisão celular e expansão do embrião, amolecimento dos tecidos de revestimento e protrusão da radícula, sendo esse momento definido fisiologicamente como a germinação. Essas três fases, bem definidas, são observadas principalmente em sementes ortodoxas. Durante o final do processo de maturação, ainda ligadas a planta mãe, as sementes ortodoxas passam por um processo de dessecação natural, assim são dispersas com baixo CA, e conseqüentemente baixo metabolismo. Dessa

forma, quando o ambiente esta favorável para a germinação as sementes ortodoxas necessariamente precisam passar pelo processo trifásico descrito por Bewley & Black (1994) para completarem seu desenvolvimento. Já as sementes recalcitrantes, pelo que se sabe, o processo de dessecação é menos acentuado ao final da maturação, uma vez que são liberadas com alto CA e metabolismo ativo, prontas para germinar. Dessa forma sementes recalcitrantes absorvem volumes relativamente baixos de água para dar continuidade ao seu desenvolvimento. Para *C. littoralis*, apesar do aumento inicial mais pronunciado perceptível no início da embebição das sementes dessecadas, as sementes frescas não seguem o comportamento trifásico de embebição descrito por Bewley e Black (1994) e isto é associado a sementes recalcitrantes.

4.5. Condutividade elétrica

Ao quantificar a quantidade de eletrólitos lixiviados pelas sementes durante o teste de condutividade elétrica (Figura 7), vemos que ao final do teste os menores valores foram expressos pelas sementes com o CA de 23% e 50%, apresentando valores de 38,915 $\mu\text{S cm}^1 \text{g}^1$ e 43,574 $\mu\text{S cm}^1 \text{g}^1$, respectivamente. Em seguida temos os CA de 3% e 5%, com os valores de 54,603 $\mu\text{S cm}^1 \text{g}^1$ e 56,884 $\mu\text{S cm}^1 \text{g}^1$ respectivamente.

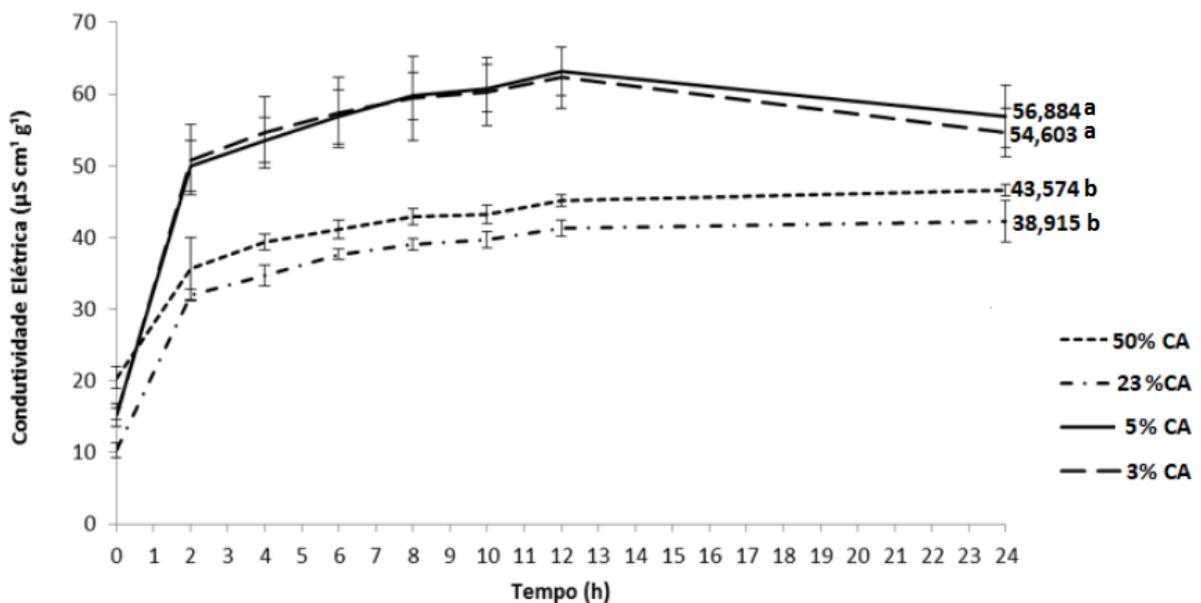


Figura 7. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de *C. littoralis* em diferentes CA (%) durante a embebição. Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). h= horas.

Conforme a célula perde água a orientação hidrofóbica/hidrofílica da bicamada lipídica dos sistemas de membrana se alteram (OLIVER; CROWE & CROWE, 1998). Durante o processo de embebição, após dessecação, a semente necessita reestruturar suas membranas para dar continuidade ao seu desenvolvimento. Sementes mais vigorosas restabelecem a conformação das membranas mais rapidamente. A demora para a reestruturação pode estar associada a um baixo vigor ou a um estado de danificação muito avançado (SORENSE, LAURIDENSEN & THOMSEM, 1996). Com o sistema de membrana desorganizado a célula perde a capacidade de controlar o fluxo de substâncias entre o meio intra e extracelular e da homeostase celular. Este fluxo indiscriminado entre as membranas pode levar consigo substâncias indispensáveis para metabolismo e o desenvolvimento da semente, dependendo da quantidade de material perdido o embrião pode estar sujeito a alterações na velocidade e uniformidade do processo de germinação, ou até mesmo não ter condições de completa-lo (POLLOC & TOOLE, 1966).

4.6. Germinação

Durante os testes de germinação realizados para avaliar os tratamentos de dessecação foi observado que as sementes frescas, com 50% de CA, iniciam a germinação a partir do 11° dia após a semeadura (DAS), alcançando um total de 96% de germinação ao fim do teste (30° dia) (Figura 8a). Já as sementes que tiveram seu CA reduzido, quando comparados com sementes frescas, sofrem alterações no processo de germinação, alterando o tempo necessário para iniciar a germinação, como também a porcentagem final de germinação. Sementes com o CA de 23% começaram a germinar por volta do 14° DAS, alcançando um total de 21% de germinação ao 30° dia de teste (Figura 8b). Sementes com o CA de 5% iniciaram a germinação a partir do 15° DAS, chegando a um total de 32 % de germinação (Figura 8c). Já nas sementes com 3% de CA vemos que a germinação começou no 11° DAS, assim como as sementes frescas, porem essas apresentaram um total de 24% de germinação ao final do teste (Figura 8d). Estes resultados indicaram que a dinâmica de germinação e a porcentagem final de germinação das sementes desseçadas reduziram mais da metade quando o CA baixou para

23%. Dessa forma podemos considerar que a redução do CA não é adequada para esta espécie uma vez que não foi possível manter após a dessecação a viabilidade das sementes conforme descrito por KING & ROBERTS (1979). Para *C. littoralis* nossos resultados identificaram que o CA deve estar acima do CA de 23% para que a viabilidade das sementes possa ser mantida.

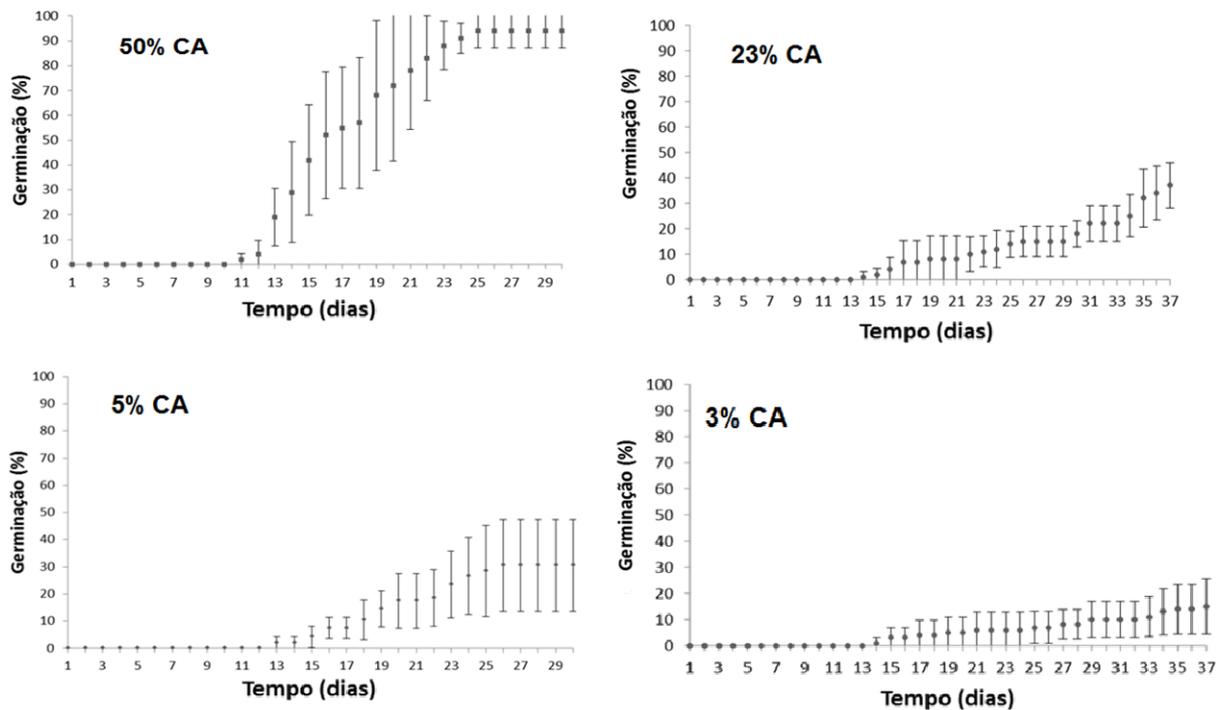


Figura 8. Dinâmica de germinação de sementes de *C. littoralis* em diferentes conteúdos de água (CA). CA= conteúdo de água. h = horas.

C. littoralis, mesmo tendo um potencial germinativo muito reduzido, ainda consegue germinar com 3% de CA, sendo essa uma provável adaptação para a sobrevivência no ambiente de restinga. Contudo, os resultados encontrados nos testes de germinação, sobre tratamento de dessecação, não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2), demonstrando que todos os tratamentos de dessecação reduziram a qualidade fisiológica das sementes igualmente, indicando que sementes de *C. littoralis* são sensíveis à dessecação. Resultados similares podem ser encontrados em *C. pubescens* (DOUSSEAU *et al.*, 2011), pois a partir de 30 % de CA ha uma queda exponencial na qualidade fisiológica de suas sementes, sendo que no CA de 4 % a quantidade de plântulas normais é nula. Para *C. littoralis* apesar da queda no seu potencial germinativo, não foram constatados plântulas anormais.

Tabela 2. Germinação de sementes de *C. littoralis* em diferentes conteúdos de água (CA).
IVG = índice de velocidade de germinação.

Tempo de Dessecação (horas)	CA (%)	Germinação total (%)	IVG	1° Germinação (dias)
00	50,212 ± 1,46	96 ^{a(*)}	1,43754 ^a	11°
04	23,645 ± 1,53	21 ^b	0,36554 ^b	14°
24	5,421 ± 3,53	32 ^b	0,41895 ^b	15°
48	3,149 ± 0,28	24 ^b	0,36310 ^b	14°

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

A atividade fisiológica esta intimamente ligada ao CA, com a sua redução o processo de desenvolvimento necessariamente se torna mais lento (VERTUCCI & FARRENT, 1995). Uma vez que a porcentagem de água que compõem os diferentes tecidos não esta disponível em níveis adequados para o funcionamento de seu metabolismo, esses não podem exercer suas funções no organismo. Reações enzimáticas, difusão de solutos, assim como vários outros processos vitais do desenvolvimento não ocorrem. A falta de água, além de alterar a configuração do sistema de membranas como já foi mencionado, também ocasiona reações catabólicas desreguladas, degradando macromoléculas e gerando substancias tóxicas que causam danos à célula (MARCOS FILHO, 2005), o que pode explicar os resultados encontrados nos tratamentos de dessecação.

4.7. Armazenamento das sementes

Sobre os testes de armazenamento foi observado que as sementes de *C. littoralis* se comportam de maneiras distintas em relação à temperatura e ao tempo de armazenamento. Contudo, podemos assumir que o armazenamento em temperatura baixa (5°C) se mostrou mais adequado para preservar o potencial fisiológico das sementes (figura 9).

No armazenamento de 15 dias em temperatura de 25°C (± 5) as sementes frescas (CA de 50%) apresentaram 27% de germinação, quando armazenadas em geladeira (5°C), no mesmo período, a germinação foi de 92%. Durante o armazenamento por 30 dias em temperatura de 25°C as sementes foram contaminadas por fungos, mas além disso com o alto CA destas sementes 40 % germinou na condição de armazenamento (Figura 10a). As

sementes restantes quando submetidas ao teste de germinação apresentaram 20% de germinação. Já após o armazenamento em temperatura de 5°C por 30 dias a germinação foi de 71%. (Figura 9)

Para sementes com o CA de 23%, após serem armazenadas 15 dias em temperatura de 25°C, apresentaram 13,5% de germinação, após o armazenamento a 5°C, no mesmo período (15 dias), estas apresentaram 51% de germinação. Quando o armazenamento foi de 30 dias a 25°C as sementes com 23% de CA também apresentaram contaminação por fungos, porém, diferente das sementes frescas, essas não germinaram durante o armazenamento (Figura 10b). No entanto, responderam ao teste de germinação com um valor final de 34%. Com este mesmo CA (23%) e armazenadas a 5°C, por 30 dias, a germinação foi de 50%. (Figura 9)

Sementes no CA de 5%, após o armazenamento de 15 dias a 25°C, tiveram uma germinação total de 11%, quando armazenadas a 5°C a germinação foi de 6%. Já durante o armazenamento de 30 dias, em temperatura de 25°C, o valor final de germinação foi para 3%, e quando armazenadas a 5°C, durante o mesmo período (30 dias), o teste de germinação apresentou 10% de germinação. (Figura 9)

Por fim para sementes com CA de 3%, após serem armazenadas durante 15 dias em temperatura de 25°C, não germinaram (0%), porém quando o armazenadas a 5°C o resultado de germinação subiu para 8%. Aquelas armazenadas por 30 dias em temperatura de 25°C apresentaram 0% de germinação, no entanto quando o armazenamento foi em temperatura de 5°C durante o mesmo período (30 dias) a germinação foi de 9%.

Importante lembrar que durante o armazenamento as sementes não tiveram contato com nenhuma fonte de luz. Ao germinarem durante o armazenamento as sementes de *C.littoralis* demonstram que a luz não é um fator necessário para sua germinação. Dessa forma consideramos que as sementes de *C. littoralis*, assim como as sementes de *C. xanthocarpa* (SANTOS *et al.*, 2005), apresentou comportamento indiferente a luz, sugerindo uma possível classificação de sementes como fotoblásticas neutras. No entanto, estes fatores não foram adequadamente testados neste trabalho e para confirmação desta classificação novos experimentos precisam ser realizados em que o fator luz seja adequadamente testado.

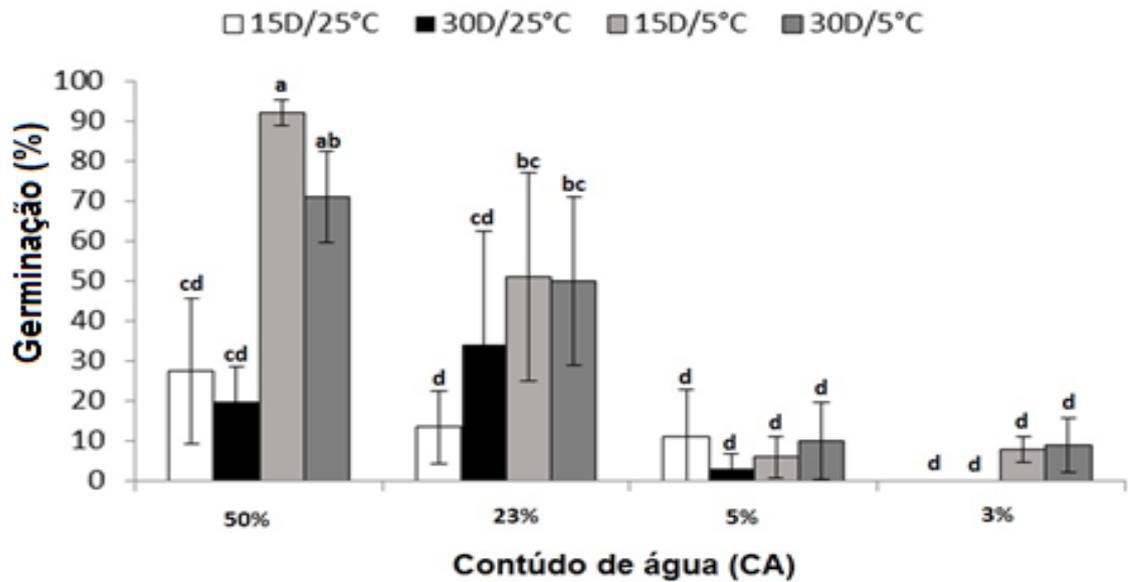


Figura 9. Germinação de *C. littoralis* em diferentes conteúdos de água (CA), após 15 e 30 dias de armazenamento a 25 e 5°C. D = dias. Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

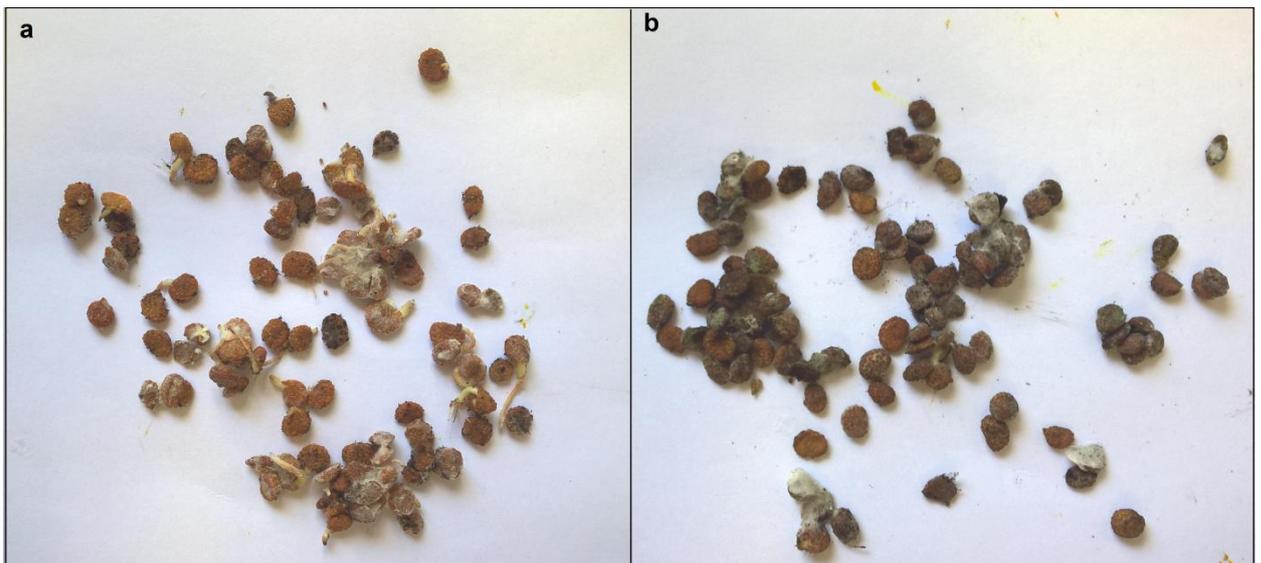


Figura 10. Sementes de *C. littoralis* contaminadas por fungo durante o armazenamento de 30 dias em temperatura ambiente (25°C). **a.** Lote de sementes com CA de 50%, contaminadas por fungos e apresentando 40% de sementes germinadas. **b.** Sementes com o CA de 23%, contaminadas por fungos.

No geral o armazenamento em temperatura ambiente (25°C) foi prejudicial às sementes, gerando alterações no início, uniformidade e velocidade da germinação (Figuras 13 e 14). Esses resultados da germinação das sementes armazenadas em temperatura de 25°C, podem estar associados a degradação das sementes, gerados pelo seu próprio desgaste metabólico ou exposição ao ambiente de armazenamento, que por serem hermeticamente fechado podem ter acumulado umidade e gases, como também, pela degradação gerada pelo micro-organismos. Entretanto, o armazenamento em geladeira (5°C) se mostrou adequado para conservar o potencial fisiológico das sementes, gerando valores superiores ao armazenamento em temperatura ambiente (Figuras 11 e 12), e similares aos encontrados no teste de germinação sem armazenamento. De acordo com Darhal, Kim e Bradford (1996) a baixa temperatura diminui os processos metabólicos, tanto das sementes quando dos microrganismos, reduzindo a atividade enzimática e respiratória de ambos, evitando assim os processos de degradação, o que pode explicar os resultados observados.

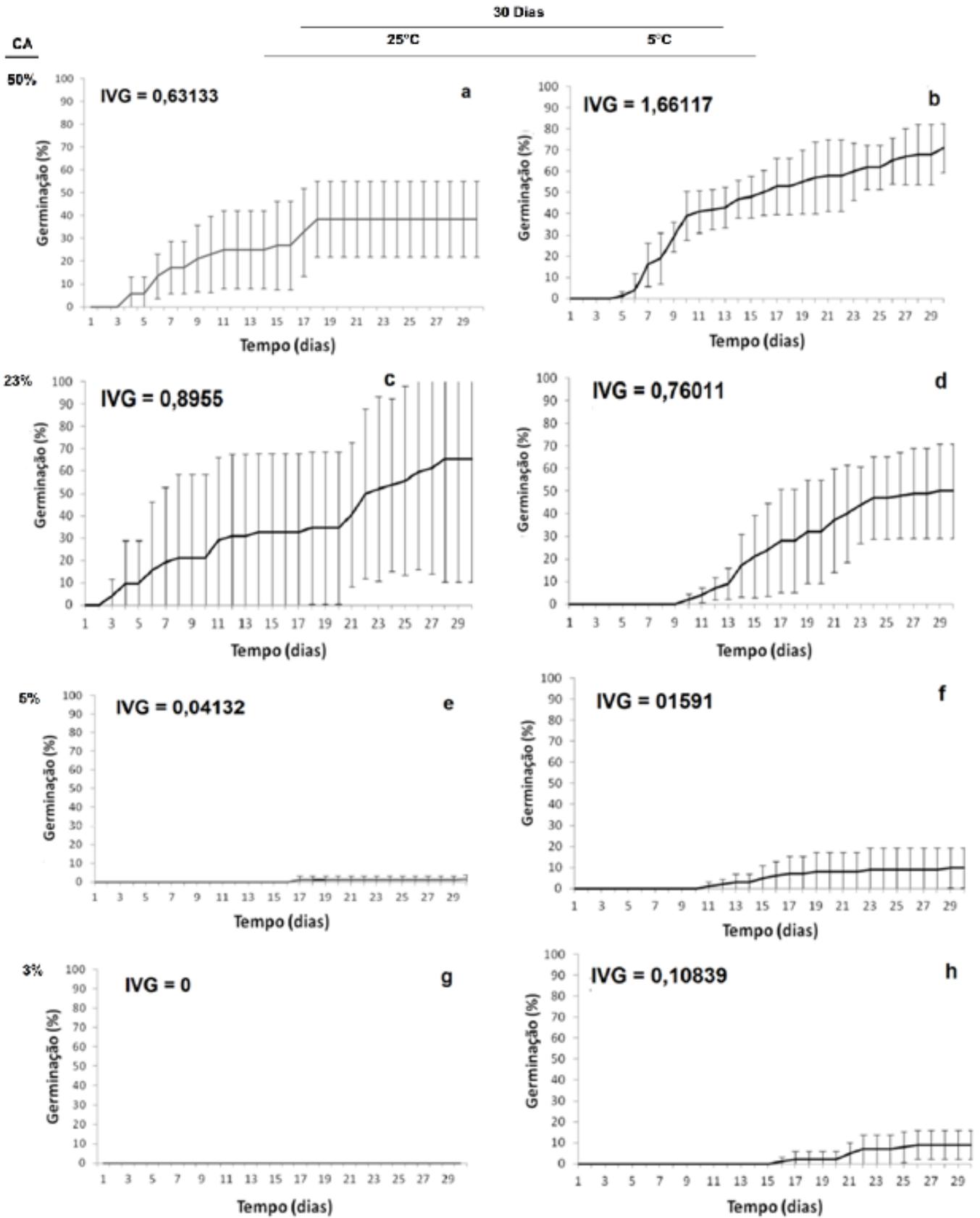


Figura 12. Dinâmica de germinação de sementes de *C. littoralis* armazenadas por 30 dias, em temperaturas de 25°C e 5°C. CA= conteúdo de água. IVG = Índice de Velocidade de Germinação.

A diminuição do potencial fisiológico das sementes durante o armazenamento pode estar associado a degradação das sementes. Essa deterioração ocorrer de diferentes formas, por diferentes fatores. Sementes armazenadas com um conteúdo de água elevado continuam com seu metabolismo ativo, assim a respiração celular como os demais processos metabólicos que continuam ocorrendo internamente geram um alto consumo energético, podendo exaurir suas reservas. Outro fator de degradação pode ser a contaminação por microrganismos como os fungos, que através da produção de micotoxinas podem inibir a síntese de proteínas e nucleotídeos. O armazenamento de semente em locais que não permitem troca gasosa também pode ser um fator agravante, pois com a redução do oxigênio ocorre a respiração anaeróbia, e assim substâncias tóxicas são geradas. Dessa forma, para compor um ambiente de armazenamento adequado deve-se tentar controlar fatores como umidade, temperatura, adequando esses as necessidades fisiológicas dos diferentes tipos de sementes (ortodoxas, intermediárias, recalcitrantes e as demais variações do espectro). No geral, os principais métodos para mitigar essas peculiaridades consistem em diminuir o CA das sementes e controlar a temperatura e umidade do local de armazenamento (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Ainda para sementes altamente recalcitrantes protocolos de criopreservação podem ser empregados para conservação de germoplasma (ENGELMAN, 1997).

Dentro do gênero *Campomanesia* ssp., encontramos grande variação no comportamento de suas sementes, *C. phaea* (Berg.) Landrum., por exemplo, tem suas semente classificada como ortodoxa, podendo apresentar 83,3% de germinação após serem dessecada a 3 % de CA e armazenadas por 240 dias em câmara fria ($8 \pm 2^{\circ}\text{C}$) (MALUF & EREIO, 2005), já *C. adamantium* Camb, classificada como recalcitrante, demonstra ser intolerante a dessecação e armazenamento a baixa temperatura.

No geral, para sementes intolerantes a dessecação, é esperado que essas também apresentem intolerância ao armazenamento em baixas temperaturas (CHIN & ROBERTS, 1980; ELLIS, 1984). Porém, como vimos nos resultados apresentados, sementes de *C. littoralis* são sensíveis à dessecação, porém toleram o armazenamento em baixa temperatura, comportamento esse também observado em outras espécie da família Myrtaceae (Barbedo et al., 1998), indicando que esse pode ser um tipo de armazenamento viável para conservação sementes de espécies tropicais.

Levando em consideração os demais experimentos realizados com outras espécies do gênero *Campomanesia* ssp., o protocolo proposto por Hong & Ellis (1996), e os dados

gerados nesse trabalho, consideramos que a semente de *C. littoralis* podem ser classificadas como recalcitrantes, intolerante à dessecação porém com possibilidade de armazenamento em baixa temperatura (5°C).

Neste sentido, o comportamento fisiológico das sementes de *C. littoralis* observado neste trabalho indica que novos estudos podem ser realizados buscando o aprimoramento dos métodos e condições de armazenamento destas sementes para conservação em bancos de germoplasma. Além disso, estes resultados indicam de maneira geral o comportamento da espécie em relação à temperatura e umidade, o que pode ajudar a compreender a dinâmica populacional desta espécie no ecossistema em que ocorre.

5. Conclusão e Considerações

A partir dos estudos realizados nesse trabalho, foi possível obter dados relacionados a morfologia e fisiologia das sementes de *Campomanesia littoralis*. As características anatômicas encontradas na espécie, bem como a tolerância fisiológica de suas sementes em relação a dessecação e armazenamento, conduz essa pesquisa a dizer que:

1) *Campomanesia littoralis* é uma espécie de ciclo reprodutivo assíncrono, apresenta frutos do tipo baga campomanesioide que amadurecem gradativamente ao longo do período reprodutivo.

2) Os frutos de *C. littoralis* apresentam relação entre o peso e o número de sementes, sendo que o maior número de sementes (9) foi encontrado nos frutos mais pesados.

3) Quando separadas da polpa as sementes de *C. littoralis* perdem água rapidamente e após 48 horas o conteúdo de água (CA) estabiliza em 3%.

4) Sementes maduras de *C. littoralis*, recém-beneficiadas, apresentam CA de 50% com uma germinação de 96% após 30 dias.

5) A redução no CA se mostrou prejudicial às sementes *C. littoralis* sendo que após 4 horas de dessecação (23% de CA) apenas 21% das sementes germinaram.

6) O armazenamento em temperatura ambiente (25°C) afetou o potencial germinativo das sementes de *C. littoralis*. Após 15 dias expostas a essas condições de armazenamento as sementes, com CA de 50%, alcançaram apenas 27% de germinação. Após 30 dias armazenadas nessas condições, as sementes foram contaminadas por microorganismos, sendo que 40% dessas germinaram durante o armazenamento.

7) O armazenamento em geladeira (5°C) conservou o potencial germinativo das sementes de *C. littoralis*. Após 15 e 30 dias expostas a esse ambiente de armazenamento as sementes alcançaram um total de 92% e 71% de sementes germinadas, respectivamente.

8) Sementes de *C. littoralis* demonstraram comportamento recalcitrante em relação a dessecação, porem toleram o armazenamento em baixas temperaturas.

As informações apresentadas nesse trabalho fornecem conhecimentos básicos sobre a fisiologia de sementes de *C. littoralis* os quais servem como base para novas perguntas científicas bem como são bases para programas que visem o manejo e a conservação dessa espécie, no seu habitat ou em bancos de germoplasma. Nossos resultados também indicam a necessidade de novos estudos que venham a ampliar as abordagens sobre como os fatores ambientais influenciam no comportamento fisiológico da semente e implicam no sucesso de estabelecimento de novas plântulas. Dentre este fatores citamos principalmente a influencia da dessecação sobre o seu desenvolvimento da plântula; a influencia da luz sobre a germinação; da amplitude de temperatura durante a germinação bem como no armazenamento; a composição química dos frutos e sementes e seu potencial alimentar e medicinal; dos usos ornamentais, ecológicos, entre outros.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUILA, M. E. A.; FERREIRA, A. G. Germinação de sementes escarificadas de *Araucaria angustifolia* em solo. Campinas: **Ciência e Cultura**, v.36, n.9, p. 1583-1590, 1984.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 1998. p.666.

BARBETO, C. J. & MRCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes, **Acta Boânica Brasilica**, v.12, p.145-164, 1998.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, v.3, 1991. 326p.

BARROSO, G. M. *et al.* Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: **Ed. da Universidade Federal de Viçosa**, 1999. 443p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development ad germination**. 2.ed. New York: Plenum, 1994. 445p.

BLACK, M.; PRITCHARD, H. W. Disiccation and survival in plants. Drying without dying. Wallingford: **CABI**, 2002.

BRASIL. **Convenção sobre Diversidade Biológica: Conferência para Adoção do Texto Acordado da CDB – Ato Final de Nairobi**. Brasília: MMA/SBF, 2000. 60p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasília: **Regras para análise de sementes**. 2009.399 p

BRESOLIN, A. Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis: **Boletim Insula**, n.1, 1979.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Armazenamento de sementes. Sementes: ciência tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 485-521, 2000.

DAHAL, P.; KIM, N. S.; BRADFORD, K. J. Respiration and germination rates of tomato seeds at suboptimal temperature and reduced water potential. California: **Jorna of experimental botany**, v.47, p.941-947, 1996.

DONADIO, L. C.; MORO, F. V. Potential of Brazilian *Eugenia* (Myrtaceae) – as ornamental and as a fruit crop. Leuven : **Acta Horticultrae**, v.632, p.65-68, 2004.

DOUSSEAU, S. *et al.* Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. Santa Maria: **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p.1362-1368, 2011.

DRESCH, D. M. *et al.* Germinação de sementes de *Campomanesia adamantum* (Camb.) O. Berg em diferentes temperaturas e umidades do substrato. Piracicabe: **Scientia Forestalis**, n.40, v.94, p.223-229, 2012.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. London: **Journal of Experimental of Botany**, v.41, n.230, p.1167-1174, 1990.

ENGELMAN, F. In vitro conservation methods. In.: Callow, J.A.; FORD-LLOYD, B.V.; NEWBURY, H.J. (eds.); **Biotechnology and Pant Genetic Resources**. CAB INTERNATIONAL, p. 119- 161, 1997.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina. Florianópolis: **INSULA**, n.28, 1999.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Optimum air-dry seed storage environments for arábica coffee. Zurique: **Seed Science and Technology**, v.20, n.3, p.547-560, 1992.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. A protocol to determine seed storage behaviour. Rome: **International Plant Genetic Resources Institute**, 1996. 55p.

JUDD, W. S. *et al.* **Plant systematic: a phylogenetic approach**. Cary: Sinauer Associates, Sunderland, 1999.

KING, M. W. ROBERTS, E. H. The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches. Rome: **IBPGR**, 1979. p.99.

LANDRUM, L. R. Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, legrandia, Acca, Myrrhinium and Luma (Myrtaceae). Ney Yok: **Flora Neotropica**, n.45-178. 1986.

LANDRUM, L. R. & STEVENSON, D. Variability of embryos in subtribe Myrtinae (Myrtaceae). Local: **Systematic Botany**, v.11, nº1, pág.155-152, 1986.

LANDRUM, D. S.; KAWASAKI, M. L. The general of Myrtaceae in Brasil; an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, v.49, p.508-536, 1997.

LEGRAND, C. D & KLEIN, R. M. Mirtáceas - Campomanesia, Feijoa, Britoa, Myrrhinium, Hexaclamys, Siphoneugena, Myrcianthes, Neomitranthes, Psidium. Itají: **Flora Ilustrada Catarinense**. p.580-582. 1977

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 1992. 368p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. São Paulo : Editora Plantarum,1998.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas** . 1ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. P.495.

MALUF, A. M.; EREIO, W. A. P. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 7, p. 707-714, 2005.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. Dendrologia das angiospermas: Myrtales.ed6. Santa Maria: **Editora da UFSM**, 1997. p. 304.

MCVAUGH, R. The genera of American Myrtaceae, a interim report. Viena: **IAPT**, v.17, n.8, p.354-418,1968.

MELCHIOR, Saulo José et al. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb.-Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 141-150, 2006.

OLIVER, A. E.; CROWE, L. M.; CROWE J. H. Methods for dehydration- tolerance: Depression of the phase transition temperature in dry membranes and carbohydrate vitrification. **Seeds Science and Research**, v.8, p. 211- 221, 1998.

PIZO, M. A. The seed dispersers and fruit syndromes of Murtaceae in Brazilian Atlantic forest. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R. Frugivores and seed dispersers: bioldiversity and conservation perpectives. Wallingford: **CAB**. p. 129-138. 2002.

POLLOCK, B.M ; TOOLE, V.K. Inibition period as the critical temperatra sensitive stage em germination of Lima bean seeds. **Plant Physiology** v.41, p. 221-229,1966.

REGO, S. S *et al.* Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K) Berg. Em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. Brasília: **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n.2, p.212-220, 2009.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. Itajaí: **Sellowian**, n.34/35, 1978. p.525.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. Zurique: **Seed Science and Technology**, v.1, n.4, p.499-514, 1973.

SANTOS, C. M. R. dos. **Desenvolvimento estrutural associado a biologia reprodutiva de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Myrtaceae)**. Tese (doutorado) – Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

SANTOS, C. M. R. dos *et al.* Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do rio grande do sul. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.13-20, 2004.

SOBRAL, M. **A família Myrtaceae no rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Editora Unisinos p.45-47, 2003.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

TOBE, H.; RAVEN, P. H. An embryological analysis of Myrtales: its definition and characteristics. **Annals of Missouri Botanical Garden**, v.70, p.71-94, 1983.

VOGEL, E. F. Seedlings of dicotyledons: structure, development, types: descriptions of 150 woody Malesian taxa. Wageningen: **Centre for Publishing and Documentation**, 1980. p.445.

VETUCCI, C. W.; FARRANT, J. M. Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: Kiegel, J.; GALILI, G. (eds.). New York: **Seed Development and germination**, p.237-271, 1975.

WANG, Ben S. P; CHAREST, P. J.; DOWNIE, B. **Ex situ storage of seeds, pollen and in vitro cultures of perennial woody plant species**. Food & Agriculture Org., 1993.

WISON, P. G., *et al.* Relationships within Myrtaceae *sensu latu* based on a motK phylogeny. Austria: **Pant Systemetics and Evolution**, v.251, n.1, p.3-19, 2005.