

ROMELL ALVES RIBEIRO DIAS

**CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE *Psidium
cattleianum* Sabine**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Magda de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Higuchi

**LAGES, SC
2015**

Dias, Romell Alves Ribeiro

Classificação fisiológica, composição química e mobilização de reservas de sementes de *Psidium cattleianum* / Romell Alves Ribeiro Dias. - Lages, 2015.

70p.: il. ; 21 cm

Orientador: Luciana Magda de Oliveira

Coorientador: Pedro Higuchi

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2015.

1. Taxa de secagem. 2. Armazenamento. 3. Germinação. 4. Qualidade de sementes. 5. Curva de embebição. 6. Degradação de reservas. I. Dias, Romell Alves Ribeiro. II. Oliveira, Luciana Magda de. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

ROMELL ALVES RIBEIRO DIAS

**CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE *Psidium
cattleianum* Sabine**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Banca Examinadora:

Orientador:

Profa. Dra. Luciana Magda de Oliveira
UDESC – Lages/SC

Membro:

Profa. Dra. Maria Benta Cassetari Rodrigues
UNIFACVEST – Lages/SC

Membro:

Prof. Dr Márcio Carlos Navroski
UDESC – Lages/SC

Lages, 30/09/2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Eolita, por sempre estar ao meu lado, em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis, dando apoio em minhas decisões e mostrando que a persistência, dedicação e principalmente o caráter é o que nos faz vitoriosos. Obrigado também a meu irmão, Rafael, que com sua grande sensibilidade e carinho, sempre foi um grande amigo e companheiro. Por tudo que enfrentaram, pelas dificuldades vencidas, pela luta diária. Jamais terei palavras e gestos suficientes para agradecer e expressar a importância de vocês em minha vida. Amo muito vocês!

Aos meus amigos Emerson, Carolina e Maurílio que me ajudaram nesta etapa da minha vida. Aos demais companheiros e amigos do LAS, muito obrigado pela ajuda nos experimentos. Obrigado pela amizade!

Agradeço minha orientadora Luciana Magda de Oliveira, pela oportunidade de realização do mestrado. Obrigado pelo carinho, dedicação, paciência e orientação.

Aos meus professores, que sempre estiveram dispostos a colaborar com meu aprendizado e formação profissional. Em especial aos professores Marcelo, Maria Benta e Cristiane, pela disponibilização de materiais, equipamentos e reagentes.

Agradeço também a UNIEDU pela concessão de bolsa e apoio financeiro, e ao CAV/UDESC pelo ensino.

Meu muito obrigado a todos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse percorrer este caminho e realizar mais esse sonho.

OBRIGADO!

“Demore o tempo que for para decidir o que você quer da vida, e depois que decidir não recue ante nenhum pretexto, porque o mundo tentará te dissuadir de todas as formas”.

Friedrich Nietzsche.

“Façamos da interrupção um caminho novo, da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sonho uma ponte, da procura um encontro”.

Fernando Sabino.

RESUMO

DIAS, R. A. R. **Classificação fisiológica, composição química e mobilização de reservas de sementes de *Psidium cattleianum* Sabine.** 2015. 70p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, Santa Catarina, Brasil, 2015.

Diante da possibilidade de ampliar o conhecimento em relação à espécie *Psidium cattleianum* Sabine, (Myrtaceae), objetivou-se com esse trabalho determinar a classificação fisiológica, a interferência da taxa de secagem na qualidade de sementes, e a mobilização de reservas durante a germinação de sementes dessa espécie. Os frutos foram coletados em março de 2014 e 2015, em seis matrizes localizadas em Lages, SC e beneficiados para extração das sementes. Para classificação fisiológica, foi seguido o protocolo proposto por Hong e Ellis, e para a secagem foram utilizadas duas taxas de secagem, até atingirem as umidades de interesse. Foi denominado de secagem rápida quando se utilizou estufa a 35 °C, e secagem lenta quanto utilizado dessecador à 25 °C. A avaliação da viabilidade foi feita pelo teste de germinação, e o vigor avaliado pelo índice de velocidade de germinação. Para os estudos relacionados à composição química e mobilização de reservas durante a germinação, inicialmente foi realizada a curva de embebição das sementes, onde houve a escolha dos pontos 0, 6, 36, 120, 240 e 528 horas de embebição, para a análise das concentrações de proteína solúvel, açúcar solúvel e lipídeos totais. Verificou-se que o método de secagem em estufa foi estatisticamente superior quando as sementes foram armazenadas, e que as sementes apresentam comportamento intermediário, as quais podem ser secas a baixo conteúdo de água (5%), porém não podem ser armazenadas à baixa temperatura (-20 °C), sem comprometer a

viabilidade e o vigor. A composição química total das sementes de araçá é formada por 55,78% de carboidratos, seguido pelas proteínas (13,30%) e lipídios (12,42%). O teor de água das sementes estava em 17,49% e 1,01% das sementes é composta por cinzas. As reservas de proteína solúvel, lipídeos e açúcar solúvel são utilizadas durante a fase germinativa como fonte de energia e substrato para estruturas celulares. As sementes de araçá degradam predominantemente lipídeos durante a germinação.

Palavras-chave: Taxa de secagem. Germinação. Qualidade de sementes. Curva de embebição.

ABSTRACT

DIAS, R.A.R **Physiological classification, chemical composition and mobilization of seed reserves** *Psidium cattleianum* Sabine. 2015. 70p. Dissertation (Master in Forest Engineering) - Santa Catarina State University. Post graduate Program in Forest Engineering, Lages, Santa Catarina, Brazil, 2015.

Faced with the possibility of increasing knowledge regarding the species *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae), aimed with this work to determine: a physiological classification, the interference of drying rate the quality of seeds, and the mobilization of reserves during germination seeds of this species. Fruits were collected in March 2014 and 2015, in six arrays located in Lages, SC and benefit for seed extraction. For physiological classification, was followed the protocol proposed by Hong and Ellis, and the drying were repeated two drying rates, until reaching the humidity of interest. It was called when using quick drying oven at 35 ° C and slow drying as used desiccator at 25 ° C. The viability assessment has been made by the germination test and vigor evaluated by the germination speed index. For studies related to the chemical composition and reserve mobilization during germination, was initially held the imbibition curve of seeds where there was the choice of the points 0, 6, 36, 120, 240 and 528 hours of soaking, for the analysis of concentrations of soluble protein, soluble sugar and total lipids. It was found that the drying method in an oven was statistically superior when seeds were stored, and that the seeds have intermediate performance, which may be dried to low water content (5%), but can not be stored at low temperature (-20 ° C) without compromising the viability and vigor. The total chemical composition of araçá seeds consists of 55.78% carbohydrates, followed by protein (13.30%) and lipids

(12.42%). The water content of the seeds was 17.49% and 1.01% of the seeds consists of ash. Soluble protein reserves, lipids and soluble sugar are used during the germination phase as an energy source and substrate for cell structures. The seeds degrade predominantly lipids during germination.

Keywords: Drying rate. Germination. Quality seeds. Soaking curve.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Esquematização do protocolo utilizado para classificação fisiológica de sementes quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. 45
- Figura 2 - Curva de absorção de água de sementes da espécie *Psidium cattleianum*. 61
- Figura 3 - Mobilização de proteína solúvel durante a germinação da espécie *Psidium cattleianum*. 63
- Figura 4 - Mobilização de lipídeos durante a germinação da espécie *Psidium cattleianum*. 64
- Figura 5 - Mobilização de açúcar solúvel durante a germinação da espécie *Psidium cattleianum*. 65

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Germinação (%) de sementes de *Psidium cattleianum* submetidas a diferentes umidades (%) e diferentes taxas de secagem. 48
- Tabela 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Psidium cattleianum* submetidas a diferentes umidades e diferentes taxas de secagem. 49
- Tabela 3 - Análise de correlação entre os compostos de reserva de *Psidium cattleianum* 66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	26
2.1	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	26
2.2	CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES NO ARMAZENAMENTO	28
2.3	COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS	32
	REFERÊNCIAS	34
3	CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Psidium cattleianum</i> Sabine (Myrtaceae) QUANTO À TOLERANCIA À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO	41
3.1	RESUMO	41
3.2	INTRODUÇÃO	41
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	44
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.5	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	51
4.1	RESUMO	55
4.2	INTRODUÇÃO	55
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	57
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.5	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

No sul do Brasil, existe uma grande diversidade de espécies frutíferas nativas, dentre as quais pode-se citar o araçá (*Psidium cattleianum* Sabine), pertencente à família Myrtaceae. A espécie apresenta grande potencial para alimentação animal e humana, para usos múltiplos da madeira e para recuperação de áreas degradadas (CASTRO et al., 2004).

Devido à importância da espécie e ao fato de ser propagada, principalmente, via sexuada, pesquisas relacionadas às suas sementes são fundamentais. Neste sentido, pode-se destacar a necessidade de estudos relacionados ao armazenamento das sementes e à sua composição química que pode influenciar seu metabolismo.

O armazenamento das sementes é iniciado na maturidade fisiológica, e o maior desafio é conseguir que as sementes, após certo período, ainda apresentem elevada qualidade, prolongando a longevidade delas pelo controle do seu grau de umidade e das condições do ambiente de armazenamento (MEDEIROS, 2000). Além disso, a longevidade das sementes no armazenamento é influenciada pela sua classificação fisiológica.

Ocorreu na última década, um aumento de estudos sobre a classificação fisiológica das sementes de espécies florestais nativas do Brasil quanto à capacidade de armazenamento devido à crescente necessidade de sementes viáveis para atender aos programas de conservação e de produção florestal. O conhecimento sobre a capacidade de armazenamento das sementes permite que sejam adotadas condições adequadas para cada espécie, além da elaboração de programas para a conservação de germoplasma. No entanto, diante da grande diversidade de espécies nas florestas tropicais, a literatura ainda é deficiente em relação à classificação fisiológica de grande parte das sementes de espécies florestais (DAVIDE et al., 2003), o que ocorre em sementes de araçá.

As sementes, segundo Robert (1973), são separadas em ortodoxas, as quais podem ser secas a baixos níveis de umidade (em torno de 5%) e armazenadas a temperaturas baixas, o que possibilita a manutenção da viabilidade por um longo período; e sementes recalcitrantes, que não toleram estas condições, portanto, apresentam dificuldades de armazenamento. Ellis et al. (1990), verificaram um comportamento de armazenamento intermediário entre ortodoxo e recalcitrante.

Além disso, a taxa de secagem pode influenciar a resposta de sementes à dessecação (WESLEY-SMITH et al., 2001; JOSÉ et al., 2011). Alguns autores sugerem que a taxa de secagem usada, rápida ou lenta, pode interferir na qualidade de sementes em determinadas espécies, reduzindo ou aumentando os danos, causando perda da viabilidade, ou induzindo os mecanismos de proteção para as sementes (BERJAK et al., 1990; PRITCHARD, 1991; PAMMENTER et al., 1998; SILVA et al., 2007).

Segundo Medeiros e Eira (2006), a capacidade de tolerar a secagem é uma das mais importantes características que uma semente pode apresentar, pois é considerada uma estratégia adaptativa que permite a sobrevivência da mesma em condições ambientais desfavoráveis, podendo assegurar a disseminação da espécie.

O potencial de armazenamento das sementes é influenciado pelos teores dos compostos químicos presentes, e de modo geral, quanto maior o teor de reservas nas sementes, maior será o vigor das plântulas originadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A composição química das sementes apresenta a mesma variação qualitativa de componentes encontrada em outros órgãos da planta, inclui substâncias classificadas como componentes estruturais, materiais armazenados e produtos secundários. Sob o ponto de vista fisiológico, as reservas acumuladas são responsáveis pelo fornecimento de nutrientes e

energia necessários para a plena manifestação das funções vitais das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

As principais substâncias de reservas nas sementes são carboidratos, proteínas e lipídios. A proporção dessa composição pode variar de espécie para espécie e até entre espécies de uma mesma família (BORGES; RENA, 1993). Essas reservas presentes nas sementes são utilizadas pelo embrião como fonte de energia e substrato para estruturas celulares (PONTES et al., 2002).

Objetivou-se com o trabalho realizar a classificação fisiológica quanto à tolerância à dessecação, por meio de duas taxas de secagem, e ao armazenamento de sementes, e ainda, quantificar os componentes químicos e avaliar a capacidade de mobilização de reservas ao longo da germinação de sementes de *Psidium cattleianum*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Psidium cattleianum* Sabine

A família Myrtaceae possui aproximadamente 4.000 espécies distribuídas em 130 gêneros e ocorre em biomas como cerrado, floresta atlântica e florestas decíduais, compondo de forma significativa a flora brasileira (SOUZA; LORENZI, 2005).

O gênero *Psidium*, por sua vez, compreende aproximadamente 110 a 130 espécies, distribuídas por toda América tropical, concentrando-se o maior número de espécies entre a Amazônia e sul do México (LEGRAND; KLEIN, 1977)

A espécie *Psidium cattleianum* Sabine, conhecida popularmente como araçá, araçazeiro, araçá-vermelho, araçá-amarelo, é nativa do Brasil e apresenta extensa área de ocorrência na costa atlântica, desde a Bahia até o nordeste do Uruguai (CASTRO et al., 2004). Ocorre em restingas litorâneas, locais úmidos de um modo geral, na Floresta Ombrófila Densa e raramente na Depressão Central, sendo também frequente na Floresta Ombrófila Mista Aluvial e em florestas secundárias de transição entre o 1º Planalto Paranaense e a Serra do Mar (LORENZI, 1992).

No Estado de Santa Catarina, são registradas nove espécies do gênero *Psidium*, sendo o araçá, característico da zona da mata pluvial da encosta atlântica, ocorrendo em terrenos rochosos úmidos e compactos, à margem ou no interior de matas semi-devastadas e capoeirões, podendo ocorrer à beira de vertentes e até em banhados (REITZ; KLEIN, 1977).

P. cattleianum é classificada como pioneira ou secundária inicial, heliófila, tem um ciclo de vida longo e é muito procurada por pássaros frugívoros (LORENZI, 1992).

Árvore de 3 a 6 metros de altura possui tronco liso geralmente tortuoso, com casca que se solta em placas finas de aspecto malhado, de cor bege até castanho claro, bastante

ornamental, sendo indicado seu plantio em jardins e pomares domésticos. Sua madeira é própria para obras de torno, cabos de ferramentas, esteios e peças que exijam resistência. Tem a casca rica em tanino. No uso medicinal é citado como antidiarréico e anti-hemorrágico (BACKES; IRGANG, 2002).

Suas folhas são verdes escuras, simples, opostas, coriáceas, glabras e aromáticas, com 5-10 cm de comprimento e 3 - 6 cm de largura. As flores são branco-amareladas, axilares e solitárias. Os frutos são bagas globosas, amarelas ou vermelhas, coroados pelas sépalas persistentes. A floração ocorre entre junho e dezembro. Os frutos amadurecem de setembro até março (LORENZI, 1992), são comestíveis, com polpa succulenta de sabor doce-ácido muito agradável, atraindo várias aves e outros animais silvestres. Os frutos são também adequados à fabricação de doces e geléias.

Os frutos possuem em média 32,22 sementes, com valores médios de comprimento de 3,34mm e largura de 3,04mm. O número de sementes por quilograma é de 65000 sementes. As sementes possuem pouca variação biométrica e maior variação no número de sementes por fruto. A semente é campilótropa, reniforme, apresenta testa pétreo, é exarilada, exalbuminosa de coloração bege, apresenta micrópila lateral, sub-apical e calaza indistinta. Apresentam-se como fotoblásticas positivas, com altos índices germinativos entre 15 e 30 °C, não apresentam dormência, e a protrusão da raiz primária ocorre em torno de 18 dias na região da micrópila e a germinação é hipógea (LORENZI, 1992; SANTOS et al., 2004; SILVA, 2009).

Há poucas informações na literatura em relação ao comportamento de sementes dessa espécie ao longo do armazenamento e secagem.

2.2 CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES NO ARMAZENAMENTO

O armazenamento de sementes, após a colheita, tem como objetivo controlar a velocidade de deterioração, não influenciando na qualidade das mesmas, mas sim no tempo em que elas podem ser mantidas viáveis. Dessa forma, as variáveis a serem controladas correspondem à umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente no qual as sementes serão armazenadas. Além desses fatores, as características fisiológicas das sementes de cada espécie podem classificá-la quanto à sua longevidade, podendo também influenciar no armazenamento para cada tipo de semente (VIEIRA et al., 2001).

A manutenção da qualidade fisiológica da semente é dependente do seu teor de água, da temperatura, umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento, bem como do tipo de embalagem utilizada (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Durante o armazenamento, a respiração das sementes deve ser mantida baixa, apenas em nível suficiente para conservá-las vivas. Durante a respiração ocorre gasto de energia, implicando no consumo de substâncias contidas nos tecidos de reserva e de oxigênio, tendo como consequência, a liberação de gás carbônico, água e calor. As taxas elevadas de respiração contribuem para esgotar rapidamente os produtos de reserva acumulados, dos quais, a semente depende para germinar e, a plântula para emergir (AGUIAR, 1995). A diminuição no teor de água das sementes causa redução de sua atividade metabólica e, dentro de um limite adequado, pode contribuir para prolongar sua viabilidade (FOWLER, 2000).

Por ser um processo irreversível, a deterioração das sementes não pode ser impedida, entretanto, dependendo da espécie é possível retardá-la, armazenando as sementes sob baixa temperatura para diminuir seu metabolismo e impedir o desenvolvimento de microrganismos (FERREIRA et al., 2004).

O armazenamento de sementes permite a disponibilidade das mesmas aos programas de reflorestamento e pesquisas sobre tecnologia e fisiologia de sementes. Todavia, segundo Hong e Ellis (1996), o sucesso do armazenamento de sementes depende do conhecimento prévio sobre seu comportamento fisiológico durante essa etapa, já que sementes de diferentes espécies exigem condições especiais para a sua conservação.

As sementes, de modo geral, são separadas em dois grupos, de acordo com a classificação proposta por Roberts (1973), onde sementes ortodoxas podem ser secas a baixos níveis de umidade (em torno de 5%) e armazenadas a temperaturas baixas, o que possibilita a manutenção da viabilidade por um longo período; já as sementes classificadas como recalcitrantes não toleram estas condições, portanto, apresentam dificuldades de armazenamento.

Ellis et al. (1990) verificaram um comportamento de armazenamento intermediário entre ortodoxo e recalcitrante. Nestes casos, as sementes toleram a desidratação somente até o teor de água entre 7% e 10% e não toleram temperaturas baixas por tempo prolongado (HONG; ELLIS, 1996).

Segundo Hong e Ellis (1996), para verificar o comportamento das sementes para fins de armazenamento, é imprescindível estudar a tolerância à dessecação e a conservação em temperaturas sub-zero. Os autores propuseram um protocolo para a classificação das sementes durante o armazenamento, sendo utilizado por diversos autores, como Gomes et al. (2013), em sementes de *Acca sellowiana* (Myrtaceae), classificando-a como intermediária; José et al. (2007), em sementes de *Aulomyrcia venulosa* (Myrtaceae), classificando-a como recalcitrante; e Davide et al. (2003), em sementes de *Cryptocarya aschersoniana*, *Nectandra nitidula*, *Ocotea odorifera* e *Persea pyrifolia* (Lauraceae), classificando-as como recalcitrantes.

Dentre as espécies de Myrtaceae, a grande maioria das sementes é classificada como recalcitrante, como *Eugenia*

involuta DC.; *E. stipitata* ssp. *Sororia* Mc Vaugh; *E. brasiliensis* Lam.; *E. pyriformis* Camb; *E. dysenterica* DC. (ANJOS; FERRAZ, 1999; ANDRADE; FERREIRA, 2000).

O protocolo proposto por Hong e Ellis (1996) se baseia na secagem, a diferentes teores de água, e ao armazenamento de sementes. E, neste sentido, a taxa de secagem tem sido relatada como um fator que afeta a resposta à dessecação de sementes de espécies ortodoxas (BEWLEY; BLACK, 1994), recalcitrantes e intermediárias (JOSÉ et al., 2011). Alguns estudos sugerem que secagem rápida em sementes inteiras permitem alcançar menores conteúdos de água sem que ocorra perda de viabilidade (PRITCHARD, 1991; PAMMENTER et al., 1998). De acordo com Pammenter e Berjak (2000), a saída de água da sementes pode acarretar injúrias físicas nos tecidos (reduzindo o volume celular) desordenando o metabolismo (degradação por radicais livres), conseqüentemente afetando a capacidade de germinação. Desta forma, reduzir o tempo de exposição das células aos efeitos da secagem provavelmente possibilita minimizar os danos relacionados à dessecação (WESLEY-SMITH et al., 2001). Sementes de *Ekebergia capensis*, quando secas rapidamente, mantiveram a viabilidade próxima da viabilidade ótima, enquanto que secagem lenta levou a perda da viabilidade (PAMMENTER et al., 1998).

Em contrapartida, para Magistrali et al. (2013), em estudos com sementes de *Genipa americana*, a secagem lenta aumentou a capacidade de tolerância à dessecação e ao armazenamento. Em sementes de café (*Coffea canephora*), a secagem rápida (estufa) causou uma maior redução na qualidade fisiológica, quando comparado com secagem lenta e intermediária (ROSA et al., 2005). A secagem lenta pode promover melhor tolerância à dessecação devido ao tempo que é concedido para a indução e a operação dos mecanismos de proteção para a semente (SILVA et al., 2007). Oliver e Bewley (1997) sugeriram que a secagem rápida pode impedir os

processos ligados à recuperação, sendo necessário um maior tempo para os reparos na reidratação.

Segundo Nedeva e Nikolova (1997), a saída da água da célula acaba concentrando os solutos internos o que possibilita a ocorrência de reações destrutivas, tais como elevação do pH intracelular, a desnaturação de proteínas, alterações nas propriedades físico-químicas das paredes celulares e a perda da integridade da plasmalema e sua seletividade.

Existem outros fatores que afetam a viabilidade e o vigor das sementes durante o armazenamento, como por exemplo, sua composição química, que é bastante variável entre as espécies, tanto qualitativa como quantitativamente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A função dos carboidratos no processo de aquisição da tolerância à dessecação provavelmente está ligada à proteção das membranas durante a desidratação (BARBEDO; FILHO, 1998). Este fato foi verificado por Chen e Burris (1990), em sementes de milho submetidas a diferentes processos de secagem. Os autores observaram alta correlação entre a tolerância à secagem e a composição de açúcares solúveis, que teriam importante papel na estabilidade das membranas durante a secagem e a exposição a altas temperaturas.

Koster e Leopold (1988) observaram a função de alguns açúcares na tolerância a dessecação em sementes de soja, ervilha e milho, onde alguns carboidratos estiveram constantemente presentes durante o estágio de tolerância à dessecação nas primeiras fases da germinação. Quando os carboidratos deixaram de estar presentes, a tolerância à dessecação não mais se manifestou.

2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS

As sementes armazenam reservas no endosperma e/ou cotilédones e de acordo com o tipo de reservas predominantes podem ser classificadas em amiláceas, quando a principal reserva é o amido; aleuro-amiláceas, quando acumulam amido e proteínas; oleaginosas, onde predominam o acúmulo de lipídios; aleuro-oleaginosas, que caracterizam-se por armazenar lipídios e proteínas; e ainda córneas que apresentam quantidade significativa de reservas celulósicas. Os fatores que afetam a composição química das sementes são o genótipo, posição da semente em relação a inflorescência ou ao fruto, as condições climáticas, estágio de maturação, idade, fertilidade do solo e nutrição da planta mãe e as práticas culturais (MARCOS FILHO, 2005).

O estabelecimento de dada espécie está ligado à capacidade de suas sementes germinarem rápida e uniformemente, a fim de vencer a concorrência com outras sementes de espécies presentes no local, ou pela capacidade de se manterem viáveis por períodos mais longos até que condições ambientais sejam propícias ao desenvolvimento das plântulas (BORGES, 2003). Para isso, cada espécie lança mão de adaptações, como a mobilização de determinadas reservas que serão úteis para a formação de estruturas físicas, como parede celular, ou para respiração, sintetizando intermediários metabólicos com finalidades diversas (BORGES, 2003; BUCKERIDGE et al., 2004).

As reservas de carboidratos, lipídios e proteínas presentes nas sementes são utilizadas pelo embrião como fonte de energia e substrato para estruturas celulares. A utilização de amido ou de açúcares solúveis é variável, dependendo da espécie, podendo ser durante a germinação ou no estágio de plântula (PONTES et al., 2002).

Gorecki et al. (1997) verificaram que o acúmulo de carboidratos correlacionou-se fortemente com a capacidade de sementes de *Lupinus luteus* germinarem após a dessecação. Obendorf (1997) afirmou que existe um nível crítico desses carboidratos, abaixo do qual a tolerância à dessecação é comprometida.

Os principais componentes químicos das sementes, responsáveis pela embebição, são as proteínas, e, em menor intensidade, a celulose e substâncias pécicas; o amido e os lipídios apresentam interferência reduzida no processo (COPELAND; MCDONALD, 1995).

As substâncias são mobilizadas durante a germinação, e no decorrer do desenvolvimento das plântulas seus produtos de degradação são usados para diferentes propósitos, como a geração de energia e a produção de matéria-prima para a construção de novas células e tecidos (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1975).

Corte et al. (2006) estudaram mobilização de reservas em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* durante a germinação e observaram que os lipídios constituem o principal composto de reserva nessas sementes, contribuindo com cerca de 50% de massa seca. Carboidratos solúveis representaram 32%, as proteínas solúveis 7,7% e o amido 6,8% de massa seca dos cotilédones. Os lipídios sofreram marcante decréscimo entre 5 e 10 dias após a semeadura, período em que os autores observaram elevada taxa de crescimento das plântulas.

As sementes têm sido estudadas quanto à composição química de suas reservas, e tal interesse não se dá apenas por seu teor nutritivo, mas por serem úteis na confecção de produtos industrializados (BUCKERIDGE et al., 2004), entre diversos fins. Além disso, o estudo da composição química é do interesse prático da tecnologia de sementes, porque tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento de sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, I.B. de. Conservação de sementes. In: SILVA, A. da; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.33-44. (Série Registros, 14).

ANDRADE, R.N.B.; FERREIRA, A.G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes** 2000; 22(2): 118-125.

ANJOS A.M.G.; FERRAZ, I.D.K. Morfologia, germinação e teor de água das sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* spp. sororia). **Acta Amazonica** 1999; 29: 337-348.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul do Brasil**: guia de identificação e interesse ecológicos. As principais espécies nativas sul brasileiras. 1 ed. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002.

BARBEDO, C.J.; MARCOS-FILHO, J. 1998. Tolerância à dessecação de sementes. **Acta Botanica Brasilica** 12:145-164.

BERJAK, P.; FARRANT, J. M.; MYCOCK, D. J.; PAMMENTER, N. W. Recalcitrant (homoiohydrous) seeds: the enigma of their desiccation-sensitivity. **Seed Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 297-310, 1990.

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

BORGES, E.E.L. **Comportamento bioquímico e fisiológico de sementes florestais nativas durante a embebição**. 2003. 100 f.

Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350 p.

BUCKERIDGE, M.S. et al. Acúmulo de Reservas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CASTRO, C. M.; RASEIRA M. do C. B.; FRANZON R. C. in: **Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil** / Editores RASEIRA M. do C. B. et. al.. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 124 p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 129).

CHEN, Y. & BURRIS. J. S. 1990. Role of Carbohydrates in desiccation tolerance and membrane behaviour in maturing maize seed. **Crop Science** 30: 971-975.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman e Hall, 1995. 409p

CORTE, V.B.; BORGES, E.E.L; PONTES, C.A.; LEITE, I.T.A.; VENTRELLA, M.C.; MATHIAS, A.A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, v.30, p.941-949, 2006.

DAVIDE, A. C. et al. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Revista Cerne**, v.9, n 1, p.029-035, 2003.

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

FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; MOTTA, M.S. Vigor e viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. e *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn., num banco de sementes em solo de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.24-31, 2004.

FOWLER, J.A.P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Colombo, Embrapa Florestas, 2000. p.77-99.

GOMES, J. P. ; OLIVEIRA, L. M. ; SALDANHA, A. P. ; MANFREDI, S. ; FERREIRA, P. I. . Secagem e Classificação de Sementes de *Acacia sellowiana* (O. Berg) Burret Myrtaceae quanto à Tolerância à Dessecação e ao Armazenamento. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 207-215, 2013.

GORECKI, R. 1.; PIOTROWICZ-CIESLAK, L. B. L.; OHENDORF, L. R. L. 1997a. Soluble carbohydrates in desiccation tolerance of yellow lupin seeds during maturation and germination. **Seed Science Research** 7: 107- 115.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55p. (Technical Bulletin, 1).

JOSÉ, A.C.; SILVA, E.A.; DAVIDE, A.C. Classificação fisiológica de sementes de cinco espécies arbóreas de mata ciliar quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, 2007. p.171-178.

JOSÉ, A. C.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C.; MELO, A. J. S.; TOOROP, P. E. Effects of drying rate and storage time on *Magnolia ovata* Spreng. seed viability. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 2, p. 425-434, 2011.

KOSLER, K. L.; LEOPOLD, C. 1988. Sugars and desiccation tolerance in seeds. **Plant Physiology** **88**:829-832.

LEGRAND, C.D.; KLEIN, R.M. Myrtáceas: 10 *Psidium* L. In: REITZ, P.R. **Flora Ilustrada Catarinensis**. I Parte Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1977. 730p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 268p.

MAGISTRALI, P. R.; JOSE, A. C.; FARIA, J. M. R.; GASPARIN, E. Physiological behavior of *Genipa americana* L. seeds regarding the capacity for desiccation and storage tolerance. **Journal of Seed Science**. vol.35, n.4, p. 495-500, 2013.

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

MAYER A.M.; POLJAKOFF-MAYBER A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, McMillan, 1975. 236 p.

MEDEIROS, A. C. S. Armazenamento de sementes de espécies florestais de Mata Atlântica. In: VIBRANS, A. C.; GALVÃO, P. **Curso de manejo e conservação de sementes de espécies arbóreas da mata atlântica - Região sul, 1**. Blumenau: URB/FURB/Embrapa, 2000. p.48-59

MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. **Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas**. Colombo: EMBRAPA, 2006. 13p.

NEDEVA, D.; NIKOLOVA, A. Desiccation tolerance in developing seeds. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, Sofia, v. 23, n. ¾, p.100-113, 1997.

OBENDORF, R. L. 1997. Oligosaccharides and galactosyl cyclitols in seed desiccation tolerance. **Seed Science Research** 7: 63-74.

OLIVER, M. J.; BEWMEY, J. D. Desiccation tolerance of plant tissues: a mechanistic overview. New York: **Horticultural Reviews**, 1997. 213 p.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, p. 56-69, 2000. Edição Especial.

PAMMENTER, N. W.; GREGGAINS, V.; KIOKO, J. I.; WESLEY-SMITH, J.; BERJAK, P.; FINCH-SAVAGE, W. E. Effects of differential drying rates on viability retention of recalcitrant seeds of *Ekebergia capensis*. **Seed Science Research**, v. 8, p. 463 - 471, 1998.

PONTES, A. P. et al. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 593-601, 2002.

PRITCHARD, H. W. Water potential and embryonic axis viability in recalcitrant seeds of *Quercus rubra*. **Annals of Botany**. v.67, n.1, p. 43 – 49, 1991.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. 1977. **Mirtáceas (Flora Ilustrada Catarinense)**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. 158p.

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

ROSA, S. D. V. F.; BRANDÃO JÚNIOR, D.; VON PINHO, E. V.; VEIGA, A. D.; CASTRO E SILVA, L. H. Effects of different drying rates on the physiological quality of *Coffea canephora* Pierre seeds. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.17, n.2, p.199-205, 2005.

SANTOS, C.M.R. dos.; FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.13-20, 2004.

SILVA, P. A.; DINIZ, K. A.; OLIVEIRA, J. A.; PINHO, E. V. R. V. Análise fisiológica e ultra-estrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.15-22, 2007.

SILVA, A. da. **Morfologia, conservação eecofisiologia da germinação de sementes de *Psidiumcattleianum* Sabine**. São Carlos: UFSCar, 2009. 169 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, 2009.

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

VIEIRA, A.H; MARTINS E.P; PEQUENO, P.L.L; LOCATELLI, M; SOUZA, M.G; (2001) **Circular Técnica 205**: técnicas de produção de sementes florestais. Porto Velho, Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

WESLEY-SMITH, J.; PAMMENTER, N.; BERJAK, P. The Effects of Two Drying Rates on the Desiccation Tolerance of Embryonic Axes of Recalcitrant Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus* LAMK.) seeds. **Annals of Botany**. v. 8, n. 4, p. 653 – 664, 2001.

3 CLASSIFICAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) QUANTO À TOLERANCIA À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO

3.1 RESUMO

Objetivou-se com o trabalho determinar a classificação fisiológica e avaliar a interferência da taxa de secagem na qualidade de sementes de *Psidium cattleianum*. Os frutos foram coletados em março de 2014, em seis matrizes localizadas em Lages, SC e beneficiados. Para classificação fisiológica, foi seguido o protocolo proposto por Hong e Ellis. Para a secagem, foram utilizadas duas taxas de secagem, até atingirem as umidades de interesse. Foi denominado de secagem rápida, quando se utilizou estufa a 35 °C, e secagem lenta, quanto utilizado dessecador à 25 °C. A avaliação da viabilidade foi feita pelo teste de germinação, e o vigor avaliado pelo índice de velocidade de germinação. Verificou-se que a taxa de secagem rápida possibilitou maior germinação das sementes em relação à secagem lenta, quando as sementes foram armazenadas, e que as sementes apresentam comportamento intermediário, as quais podem ser secas a baixo conteúdo de água (5%), porém não podem ser armazenadas à baixa temperatura (-20 °C), sem comprometer a viabilidade e o vigor.

Palavras-chave: Taxa de secagem. Armazenamento. Qualidade de sementes.

3.2 INTRODUÇÃO

Dentre as espécies frutíferas nativas do Brasil se encontra *Psidium cattleianum* Sabine, da família Myrtaceae, que recebe as denominações populares de araçá, araçá-amarelo, araçá-

vermelho. Espécie arbórea, ocorre do estado da Bahia até o Rio Grande do Sul (LORENZI, 1992).

Os frutos de araçá são muito apreciados pela avifauna, e a esta pode ser utilizada na recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992), e na arborização urbana (BACKES, 1992).

A necessidade de conservação das florestas tropicais e o fortalecimento da política ambiental promoveram um aumento de demanda de sementes de espécies nativas, que constituem insumo básico nos programas de recuperação e conservação de ecossistemas (CARVALHO et al., 2006).

Pesquisas sobre a conservação de sementes nativas da Floresta Atlântica, como o araçá, são prioritárias, tendo em vista os altos índices de espécies ameaçadas de extinção e a redução da distribuição original desse bioma (MOROZESK et al., 2004).

O armazenamento de sementes permite a disponibilidade das mesmas aos programas de reflorestamento e pesquisas sobre tecnologia e fisiologia de sementes. Segundo Hong e Ellis (1996), o sucesso do armazenamento depende do conhecimento prévio do comportamento fisiológico durante a secagem e armazenamento, já que sementes de diferentes espécies exigem condições especiais para a sua conservação.

As sementes podem ser classificadas em três categorias quanto ao seu comportamento durante a dessecação e o armazenamento. Sementes ortodoxas, que toleram dessecação a baixos conteúdos de água (2% - 5%) e podem ser armazenadas em baixas temperaturas, condições que maximizam o tempo de armazenamento; sementes intermediárias, que toleram a dessecação a baixos conteúdos de água (10% - 12%), mas que podem ser armazenadas a baixas temperaturas (geralmente acima de 0°C); e sementes recalcitrantes, comuns entre as espécies florestais da região tropical, as quais não toleram dessecação a baixos conteúdos de água (<12%), nem o armazenamento a baixas temperaturas (ROBERTS, 1973; ELLIS et al., 1990; HONG et al., 1996).

Hong e Ellis (1996) propuseram um protocolo para a classificação das sementes durante a secagem e o armazenamento, sendo utilizado por diversos autores, como Gomes et al. (2013), em sementes de *Acca sellowiana* (Myrtaceae) classificando-as como intermediária; José et al. (2007), em sementes de *Aulomyrcia venulosa* (Myrtaceae), classificando-as como recalcitrante, e Davide et al. (2003), em sementes de *Cryptocarya aschersoniana*, *Nectandra nitidula*, *Ocotea odorifera* e *Persea pyrifolia* (Lauraceae), classificando-as como recalcitrantes.

Segundo Medeiros e Eira (2006), a capacidade de tolerar a secagem é uma das mais importantes características que uma semente pode apresentar, pois é considerada uma estratégia adaptativa que permite a sobrevivência da semente em condições ambientais desfavoráveis, podendo assegurar a disseminação da espécie.

É fundamental, porém, que a dessecação seja controlada, já que a taxa de secagem (lenta ou rápida) tem sido relatada como um fator que afeta a resposta à dessecação de sementes de espécies ortodoxas (BEWLEY; BLACK, 1994), recalcitrantes e intermediárias (JOSÉ et al., 2011). Por exemplo, em sementes de *Ekebergia capensis*, quando secas rapidamente, mantiveram a viabilidade próxima da viabilidade ótima, enquanto que secagem lenta levou a perda da viabilidade (PAMMENTER et al., 1998). Em contraste com esses resultados, Magistrali et al. (2013) relatam que em sementes de *Genipa americana*, a secagem lenta aumentou a capacidade de tolerância à dessecação e ao armazenamento.

Objetivou-se com o trabalho realizar a classificação fisiológica quanto à tolerância à dessecação, por meio de duas taxas de secagem, e ao armazenamento de sementes de *Psidium cattleianum*.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Psidium cattleianum* foram coletados maduros, com coloração vermelha (coloração 5RP 5/20, de acordo com tabela de cores de Munsell), de seis matrizes localizadas em Lages, SC. A cidade que possui latitude de 27° 48'58" S, longitude de 50° 19'34" O, altitude de 884 m, temperatura média de 16,6 °C e precipitação média anual de 1.441 mm (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2013; CLIMATE-DATA, 2015).

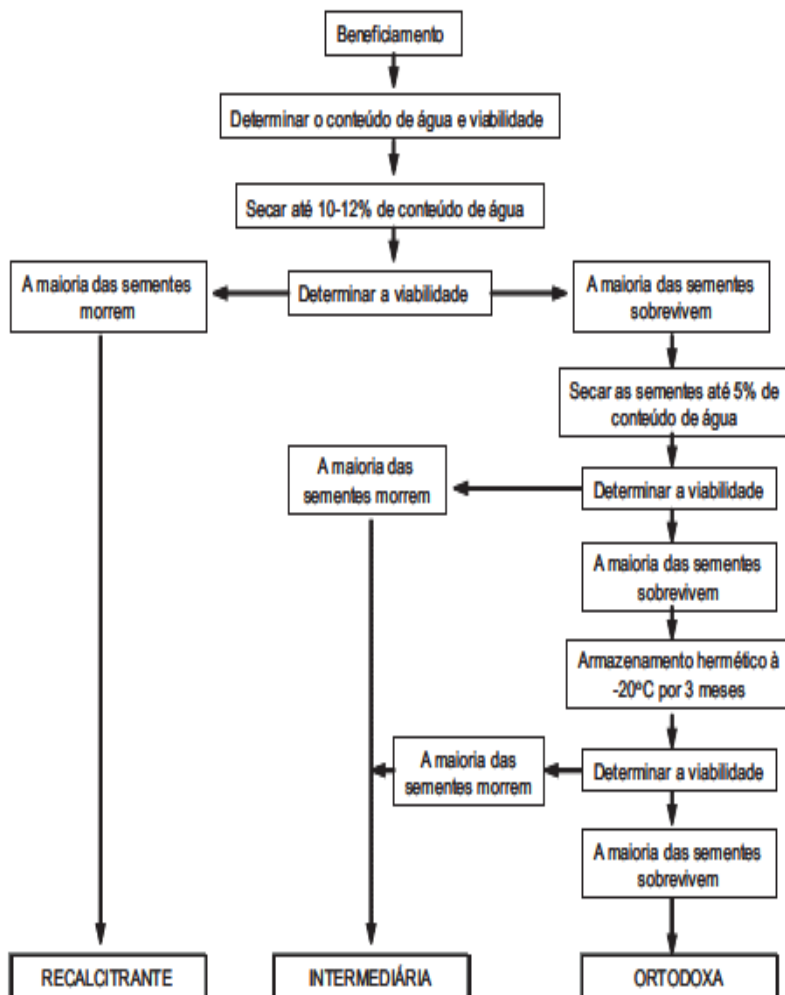
Após a coleta, os frutos foram despulpados sobre peneiras com malhas variando de 0,1 – 0,3 cm, sob água corrente, e as sementes foram colocadas sobre papel toalha para remoção da água superficial e utilizadas nos testes.

Inicialmente, foram determinados o teor de água e a germinação (%) das sementes. O teor de água foi determinado por meio da metodologia prescrita pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) utilizando o método da estufa com circulação de ar a 105 ± 2 °C por 24 horas, utilizando-se duas amostras de 50 sementes.

A germinação foi conduzida em câmaras do tipo BOD, com temperatura de 25 °C, sob luz constante. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, em caixas tipo gerbox e substrato papel mata-borrão umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). Foi avaliada, diariamente, a porcentagem de plântulas normais, durante noventa dias após a montagem do teste. Paralelamente, se procedeu a análise de vigor das sementes, por meio do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), calculado conforme Maguire (1962).

A classificação fisiológica das sementes, quanto ao comportamento durante a secagem e o armazenamento, foi feita de acordo com o protocolo proposto por Hong e Ellis (1996) apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Esquematização do protocolo utilizado para classificação fisiológica de sementes quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento.



Fonte: Hong e Ellis, 1996.

Para alcançar conteúdos de água desejado (10-12% e 5%) foram utilizadas duas taxas de secagem: secagem rápida,

quando se utilizou a estufa regulada a 35 °C, e secagem lenta, quando se utilizou dessecador contendo sílica gel em ambiente regulado a 25 °C (BOD). As taxas de secagem foram consideradas como rápida e lenta devido ao tempo necessário para obtenção dos teores de água desejados.

A massa das sementes foi avaliada antes do início da secagem e a cada meia hora nas primeiras oito horas e a partir deste ponto a cada 12 horas, até os quinze dias, quando as sementes já haviam atingido a umidade de equilíbrio, ou seja, quando não houve mais variação de massa. Usou-se a expressão proposta por DFSCI/IPGRI (1999), para a estimativa do conteúdo de água pela diferença de massa:

$$M = \frac{(100 - CA_i)}{(100 - CA_d)} \times M_i, \text{ onde:}$$

M: massa (g) no conteúdo de água desejado.

M_i: massa (g) no conteúdo de água inicial.

CA_i: conteúdo de água inicial (% base úmida).

CA_d: conteúdo de água desejado (% base úmida).

Após as sementes atingirem os conteúdos de água desejados, em estufa e em dessecador, segundo resultados da expressão acima, foram determinados o teor de água, a viabilidade (% de Germinação) e o vigor (IVG) das sementes, conforme citado anteriormente.

Para garantir que a umidade teórica, estimada pela diferença de massa, estivesse correta, quando as sementes atingiam a umidade desejada, procedeu-se também com a determinação de umidade pelo método da estufa a 105 ± 2 °C por 24 horas, utilizando-se duas amostras de 50 sementes cada.

Após as sementes atingirem a umidade de 5%, elas foram armazenadas a -20 °C em embalagem hermética por 90 dias. Ao final deste período foram determinados novamente a viabilidade, o vigor e o conteúdo de água.

Os experimentos foram montados em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados foram testados quanto à normalidade, e foi realizada a análise de variância. Os dados de germinação e IVG, expressos em porcentagens, que se mostraram não homogêneos pelo teste de Shapiro-Wilk, foram transformados em *arco seno* $\sqrt{x}/100$, conforme metodologia sugerida por Santana e Ranal (2004). As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, as análises foram realizadas com o programa SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2011).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade inicial das sementes estava em 17,49%, e atingiu em torno de 10% em 30 minutos (estufa), e 2 horas em (dessecador), e 5% em 2 dias (estufa), e em 15 dias (dessecador) (Tabela 1).

Foi verificado que, independente da taxa de secagem, a germinação das sementes não foi prejudicada pela dessecação a 10% e a 5% (Tabela 1).

De acordo com Black e Prichard (2002), a secagem das sementes pode causar inúmeros danos ultraestruturais nas células, incluindo a desnaturação de proteínas, a cristalização dos solutos e danos às membranas. Desta forma, a capacidade de manter a integridade celular e de reparar os danos causados pela secagem é de fundamental importância para que as sementes tolerem a dessecação (PAMMENTER; BERJAK, 1999).

Tabela 1 - Germinação (%) de sementes de *Psidium cattleianum* submetidas a diferentes umidades (%) e diferentes taxas de secagem.

Umidade Desejada	ESTUFA 35 °C		DESSECADOR 25 °C	
	Umida de Real	Germinação (%)	Umida de Real	Germinação (%)
17,49%	17,49%	81 Aa	17,49%	81 Aa
10%	10,55%	80 Aa	10,41%	72 Aa
5%	5,18%	74 Aa	4,92%	71 Aa
5% após armazenamento	5,18%	55 Ab	4,92%	37 Bb

CV 11,38

Fonte: produção do próprio autor, 2015.

Legenda: CV: coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

Quando as sementes, de ambas as taxas de secagem, foram armazenadas a – 20 °C por 90 dias foi verificada redução significativa da viabilidade (Tabela 1).

Sementes secas em estufa apresentaram 55% de germinação, enquanto que foi verificada 37% de germinação de sementes secas em dessecador (Tabela 1). O mesmo comportamento foi verificado em relação ao vigor das sementes (Tabela 2).

Tabela 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Psidium cattleianum* submetidas a diferentes umidades e diferentes taxas de secagem.

	ESTUFA		DESSECADOR	
	35°C		25°C	
Umidade Desejada	Umidade Real	IVG	Umidade Real	IVG
17,49%	17,49%	0,63 Aa	17,49%	0,63 Aa
10%	10,55%	0,64 Aa	10,41%	0,55 Ab
5%	5,18%	0,59 Aa	4,92%	0,46 Bb
5%, após armazenamento	5,18%	0,37 Ab	4,92%	0,26 Bc

CV 12,78

Fonte: produção do próprio autor, 2015.

Legenda: CV: coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

De acordo com Pammenter e Berjak (2000), a saída de água das sementes pode acarretar injúrias físicas nos tecidos (reduzindo o volume celular) desordenando o metabolismo (degradação por radicais livres), conseqüentemente afetando a capacidade de germinação. Desta forma, reduzir o tempo de exposição das células aos efeitos da secagem provavelmente possibilita minimizar os danos relacionados à dessecação (WESLEY-SMITH et al., 2001). Além disso, estudos sugerem que secagem rápida em sementes inteiras permite alcançar menores conteúdos de água sem que ocorra perda de viabilidade (PRITCHARD, 1991; PAMMENTER et al., 1998).

De modo semelhante ao observado em sementes de *P. cattleianum*, Pammenter et al. (1998) relatam que sementes de *Ekebergia capensis*, quando secas rapidamente, mantiveram a viabilidade, enquanto que secagem lenta levou a perda da viabilidade.

Independentemente da taxa de secagem utilizada, os resultados demonstram que sementes da espécie estudada reduz

significativamente seu poder germinativo após o armazenamento a baixa temperatura, ou seja, toleram a desidratação e não toleram temperaturas baixas, o que segundo Hong e Ellis (1996), se enquadra em comportamento intermediário ao armazenamento.

Gomes et al., (2013) observaram resultados similares ao encontrados nesse trabalho, quando avaliaram sementes de *Acca sellowiana* (Myrtaceae), classificando-as como intermediárias quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento, porém as sementes não apresentaram diferença significativa em relação ao vigor, entre as taxas de secagem rápida e lenta. Semente de *Eugenia guineensis* (Willd.) Baill. ex Laness. – Myrtaceae (GROUT et al., 1983) também são classificadas como intermediárias.

Os resultados obtidos nesse trabalho contrastam com os encontrados por Silva et al. (2011), que analisando a germinação de *Psidium cattleianum* em diferentes embalagens e armazenadas em diferentes ambientes, classificam as sementes como ortodoxa. Porém, os autores não realizaram o armazenamento das sementes a – 20 °C por 90 dias, conforme recomenda o protocolo proposto por Hong e Ellis (1996).

De forma geral, esses resultados indicam que, apesar das sementes serem tolerantes à secagem, estas são intolerantes à baixa temperatura de armazenamento pelo período de 90 dias. Além disso, a redução na qualidade durante o armazenamento foi intensificada pela taxa de secagem utilizada.

3.5 CONCLUSÃO

Sementes de *Psidium catleianum* são intermediárias em relação à secagem e ao armazenamento, independente da taxa de secagem utilizada.

REFERÊNCIAS

- BACKES, M.A. **Viveiro municipal**: produção, pesquisa e educação ambiental. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio ambiente, 1992. 48p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. 2 ed. New York: Plenum, 1994. 445p.
- BLACK, M.; PRITCHARD, H. W. **Desiccation and survival in plants**. New York: CABI, 2002. 422p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CARVALHO, L. R. de.; SILVA, E. A. A. da.; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Rev. bras. sementes** [online]. 2006, vol.28, n.2
- CLIMATE-DATA. 2015. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 24 de agosto de 2015.
- DANIDA FOREST SEED CENTRE. **Desiccation and storage protocol**. Humlebaek: DFSC, 1999. p.23-40 (Technical Note, 5).
- DAVIDE, A. C. et al. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Revista Cerne**, v.9, n 1, p.029-035, 2003.

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

FERREIRA, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039- 1042, 2011.

GOMES, J. P. ; OLIVEIRA, L. M. ; SALDANHA, A. P. ; MANFREDI, S. ; FERREIRA, P. I. . Secagem e Classificação de Sementes de *Acacia sellowiana* (O. Berg) Burret Myrtaceae quanto à Tolerância à Dessecação e ao Armazenamento. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 207-215, 2013.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. 2013. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br>>. Acesso em: 16 julho 2015.

GROUT, B.W.; SHELTON, K.; PRITCHARD, H. W. Orthodox behavior of oil palm seed and cryopreservation of the excised embryo for genetic conservation. **Annals of Botany** 1983; 52: 381-384.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55p. (Technical Bulletin, 1).

HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. **Seed storage behaviour**: a compendium. Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996. (IPGRI. Handbooks for Genebanks,4).

JOSÉ, A.C.; SILVA, E.A.; DAVIDE, A.C. Classificação fisiológica de sementes de cinco espécies arbóreas de mata ciliar

quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, 2007. p.171-178.

JOSÉ, A. C.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C.; MELO, A. J. S.; TOOROP, P. E. Effects of drying rate and storage time on *Magnolia ovate* Spreng. seed viability. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 2, p. 425-434, 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 268p.

MAGISTRALI, P. R.; JOSE, A. C.; FARIA, J. M. R.; GASPARIN, E. Physiological behavior of *Genipa americana* L. seeds regarding the capacity for desiccation and storage tolerance. **Journal of Seed Science**. vol.35, n.4, p. 495-500, 2013.

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

MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. **Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas**. Colombo: EMBRAPA, 2006. 13p.

MOROZESK, M.; BONOMO, M.M.; DUARTE, I.D.; ZANI L.B.; Corte VB (2014) Longevidade de sementes nativas da Floresta Atlântica. **Natureza on line** 12 (4): 185 194.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, p. 56-69, 2000. Edição Especial.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation tolerance mechanisms. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 1, p. 13-37, Jan. 1999

PAMMENTER, N. W.; GREGGAINS, V.; KIOKO, J. I.; WESLEY-SMITH, J.; BERJAK, P.; FINCH-SAVAGE, W. E. Effects of differential drying rates on viability retention of recalcitrant seeds of *Ekebergia capensis*. **Seed Science Research**, v. 8, p. 463 - 471, 1998.

PRITCHARD, H. W. Water potential and embryonic axis viability in recalcitrant seeds of *Quercus rubra*. **Annals of Botany**. v.67, n.1, p. 43 – 49, 1991.

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

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. 2004. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Editora UnB, Brasília.

SILVA, A.; CRISTINA, S.; PEREZ, J. G. A.; PAULA, R.C. Qualidade fisiológica de sementes de *Psidium cattleianum* Sabine acondicionadas e armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 2 p. 197 - 206, 2011

WESLEY-SMITH, J.; PAMMENTER, N.; BERJAK, P. The Effects of Two Drying Rates on the Desiccation Tolerance of Embryonic Axes of Recalcitrant Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus* LAMK.) seeds. **Annals of Botany**. v. 8, n. 4, p. 653 – 664, 2001.

4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS EM SEMENTES DE *Psidium cattleianum* Sabine

4.1 RESUMO

Objetivou-se com o estudo quantificar os componentes químicos e avaliar a capacidade de mobilização de reservas ao longo da germinação de sementes de *Psidium cattleianum*. Os frutos foram coletados de seis matrizes, localizadas em Lages, SC, e após o beneficiamento, foi determinada a composição química total, utilizando as porcentagens de proteínas, cinzas, lipídeos, carboidratos totais e de umidade. Para os estudos relacionados à mobilização de reservas durante a germinação, inicialmente foi realizada a curva de embebição das sementes, para a seleção dos pontos a serem utilizados (0, 6, 36, 120, 240 e 528 horas de embebição) para a análise das concentrações de proteína solúvel, açúcar solúvel e lipídeos totais. A composição química total das sementes de araçá é formada por 55,78% de carboidratos, seguido pelas proteínas (13,30%) e lipídios (12,42%). O teor de água das sementes estava em 17,49% e 1,01% das sementes é composta por cinzas. As reservas de proteína solúvel, lipídeos e açúcar solúvel são utilizadas durante a fase germinativa como fonte de energia e substrato para estruturas celulares. As sementes de araçá degradam predominantemente lipídeos durante a germinação.

Palavras-chave: Curva de embebição. Degradação de reservas. Fase germinativa.

4.2 INTRODUÇÃO

O estabelecimento de dada espécie está ligado à capacidade de suas sementes germinarem rápida e uniformemente, com o objetivo de vencer a concorrência com

outras espécies presentes no local, ou pela capacidade de se manterem viáveis por períodos mais longos, até que condições ambientais sejam propícias ao desenvolvimento das plântulas. Cada espécie lança mão de adaptações, como a mobilização de determinadas reservas, que serão úteis para a formação de estruturas físicas, como parede celular, ou para respiração, sintetizando intermediários metabólicos com diversas finalidades (BORGES, 2003).

A utilização dessas reservas, como amido ou açúcares solúveis, é variável, dependendo da espécie, podendo ser durante a germinação ou no estágio de plântula (PONTES et al., 2002).

Ziegler (1995) relata que os carboidratos, lipídios e proteínas de reserva são utilizados na formação de componentes estruturais durante o crescimento da plântula. Bewley e Black (1994) afirmam que carboidratos pré-formados na semente servem como substrato da respiração durante o período germinativo.

As sementes têm sido estudadas quanto à composição química de suas reservas, e tal interesse não se dá apenas por seu teor nutritivo, mas por serem úteis na confecção de produtos industrializados (BUCKERIDGE et al., 2004), entre diversos fins. Além disso, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento das sementes são influenciadas pelos teores dos compostos presentes e, de modo geral, quanto maior o teor de reservas nas sementes, maior será o vigor das plântulas originadas. O vigor envolve biossíntese de energia e compostos metabólicos, tais como proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídeos, associados com a atividade celular, integridade das membranas celulares e com transporte e utilização das substâncias de reserva (AOSA, 1983).

Diante da possibilidade de ampliar o conhecimento sobre aspectos bioquímicos e mobilização de reservas de uma espécie nativa tropical, o presente estudo se fez com *Psidium cattleianum* Sabine. Essa espécie pertence à família Myrtaceae,

é conhecida popularmente como araçazeiro, araçá-vermelho ou araçá-amarelo, e tem grande potencial para alimentação animal e humana, para usos múltiplos da madeira e para recomposição de áreas degradadas, além de possuir ampla distribuição no Brasil, principalmente na região de Mata Atlântica (LORENZI, 2002).

Objetivou-se com o estudo quantificar os componentes químicos e avaliar a capacidade de mobilização de reservas ao longo da germinação de sementes de *Psidium cattleianum*.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Psidium cattleianum* foram coletados em seis matrizes, localizadas em Lages, SC, em março de 2014 para análise da composição química da semente, e em março de 2015 para estudos relacionados com a mobilização de reservas. Foram colhidos frutos maduros, com coloração vermelha (5RP 5/20), de acordo com a Tabela de Cores de Munsell.

Lages apresenta como dados geográficos e climáticos, latitude de 27° 48'58" S, longitude de 50° 19'34" O, altitude de 884 m, temperatura média de 16,6 °C e precipitação média anual de 1.441 mm (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2013; CLIMATE-DATA, 2015).

Após a coleta, os frutos foram beneficiados, por meio da maceração sobre peneiras com malhas variando de 0,1 – 0,3 cm, sob água corrente, por cerca de vinte minutos. Após a remoção da polpa, as sementes foram colocadas sobre papel toalha para remoção da água superficial e utilizadas nos experimentos.

A composição química foi avaliada determinando-se as porcentagens de proteínas, cinzas, lipídeos, carboidratos totais e de umidade, utilizando três repetições para cada análise.

O grau de umidade foi determinado por meio da metodologia prescrita pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando o método da estufa com circulação de ar a 105 ± 2 °C por 24 horas, em amostras de 50 sementes.

A determinação do teor de proteína bruta foi baseada na determinação de nitrogênio, pelo processo de digestão Kjeldahl, sendo que para obter-se a porcentagem de proteínas da amostra, a porcentagem de nitrogênio foi multiplicada pelo fator de correção 6,25, conforme descrito por Pregnotatto e Pregnotatto (1985).

A determinação da porcentagem de cinzas foi realizada segundo as normas da Farmacopéia Brasileira (BRASIL, 1988), com a incineração de $3 \pm 0,5$ g de amostra em mufla a 550°C por 2 horas.

A extração e a quantificação do teor de lipídios foram realizadas em aparelho tipo Soxhlet, pelo método de extração com hexano por 24 h, conforme Silva (1990).

A determinação de carboidratos totais (carboidratos de reserva e carboidratos estruturais) foi feita a partir da fórmula abaixo:

$$\% \text{ Carboidratos totais} = 100 - (\%L + \%U + \%P + \%C)$$

Em que:

L = lipídeos

U = umidade

P = proteína

C = Cinzas

Para os estudos relacionados à mobilização de reservas durante a germinação, inicialmente foi realizada a curva de embebição das sementes. Para isso, 25 sementes foram pesadas secas, e em seguida acondicionadas em caixa tipo gerbox e substrato papel mata borrão umedecidos com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Os gerbox foram colocados em câmaras do tipo BOD, com temperatura de 25°C , sob luz constante, e avaliado o peso das sementes após 6, 12, 36 e 24 horas de embebição, e a partir disso a cada 24 horas, até 528 horas.

Com os resultados da curva, foram escolhidos seis pontos, para o estudo de mobilização de reservas: ponto 0 (antes da embebição), 6 e 36 horas de embebição (fase I), 120 e 240 horas de embebição (fase 2) e 528 horas (fase 3).

Em cada um desses pontos, foram utilizadas três repetições, para determinar os teores de proteína solúvel total, açúcar solúvel total, e lipídios totais.

Para determinação de proteína solúvel total, foram usadas amostras de 1000 mg de sementes secas e moídas (farinha). A extração foi feita utilizando-se 20 mL de KH_2PO_4 pH 7,5 com posterior agitação e centrifugação a 3000 g por 15 minutos. As proteínas solúveis totais foram determinadas em espectrofotômetro a 595 nm, conforme método descrito por Bradford (1976), e os resultados expressos em mg/g de massa seca de semente.

O teor de açúcar solúvel total foi quantificado em 250 mg de sementes secas e moídas, em banho-maria por 30 minutos a 75 °C, em etanol (80%), (BUCKERIDGE; DIETRICH, 1990) e repetida duas vezes. Após cada extração, a mistura foi centrifugada a 3000 g por 7 minutos, retirando-se o sobrenadante. Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método da Antrona (CLEGG, 1956) e a leitura das amostras em espectrofotômetro no comprimento de onda de 620 nm. Os resultados foram expressos em mg/g de massa seca de semente.

A extração e a quantificação do teor de lipídios foram realizadas em aparelho tipo Soxhlet, utilizando 4 g de sementes seca e moída, pelo método de extração com hexano por 24 h, conforme Silva (1990). Os resultados foram expressos em mg/g de massa seca de semente.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado. As equações de regressão foram ajustadas nas concentrações de lipídios, açúcar solúvel e proteína solúvel presentes nas sementes ao longo do período de germinação, com o objetivo de analisar o comportamento das referidas concentrações em relação ao tempo. Para verificar o grau de

associação entre as concentrações dos compostos, usou-se a análise do coeficiente de correlação.

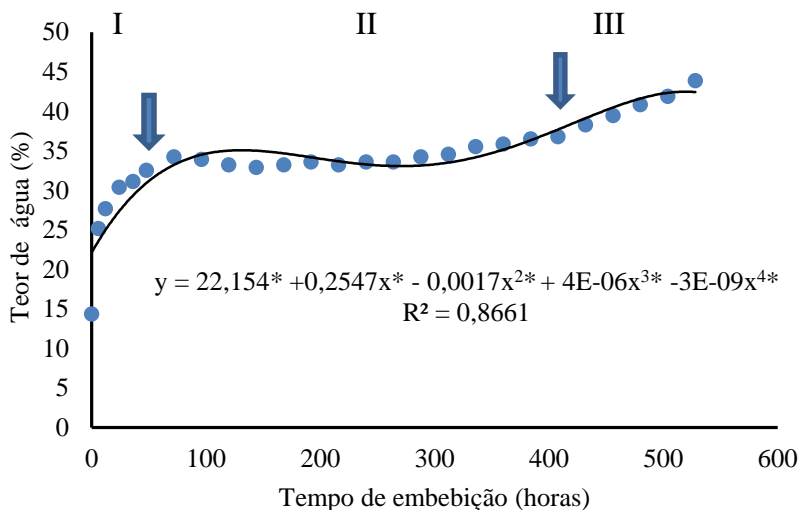
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química total das sementes de araçá é de 55,78% de carboidratos, seguido pelas proteínas (13,30%) e lipídeos (12,42%). O teor de água das sementes estava em 17,49% e 1,01% das sementes é composta por cinzas.

As sementes de araçá apresentam predominantemente carboidratos na sua composição química, os quais segundo Kays (1991), são os constituintes bioquímicos mais abundantes nos vegetais, chegando a representar 50 a 80% do seu peso seco total, que são importantes fontes de energia e compõem a parte estrutural das células.

A curva de absorção de água, durante a germinação de sementes de *Psidium cattleianum* apresenta padrão trifásico (Figura 2).

Figura 2 - Curva de absorção de água de sementes da espécie *Psidium cattleianum*.



Fonte: produção do próprio autor, 2015.

Legenda: * significativo ao nível 5% de probabilidade e ns valor não significativo a 5%.

A absorção de água pelas sementes, durante o processo de germinação, segue padrão trifásico na maioria das espécies, onde a primeira fase ocorre de forma rápida, devido à diferença de potencial de água, entre a semente e o substrato (MARCOS FILHO, 2005). Já a segunda fase da germinação é caracterizada por redução drástica na velocidade de absorção, marcada pela reativação do metabolismo, com aumento da difusão de solutos para regiões de marcante metabolismo, principalmente, na região do embrião. A fase III inicia-se com a emissão da raiz primária; essa fase só ocorre em sementes não dormentes. Essas três fases originam a curva de absorção de água pela semente (BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005).

Para sementes de araçá, a fase I foi evidenciada até as 48 horas (2 dias) de embebição, a fase II foi caracterizada a partir

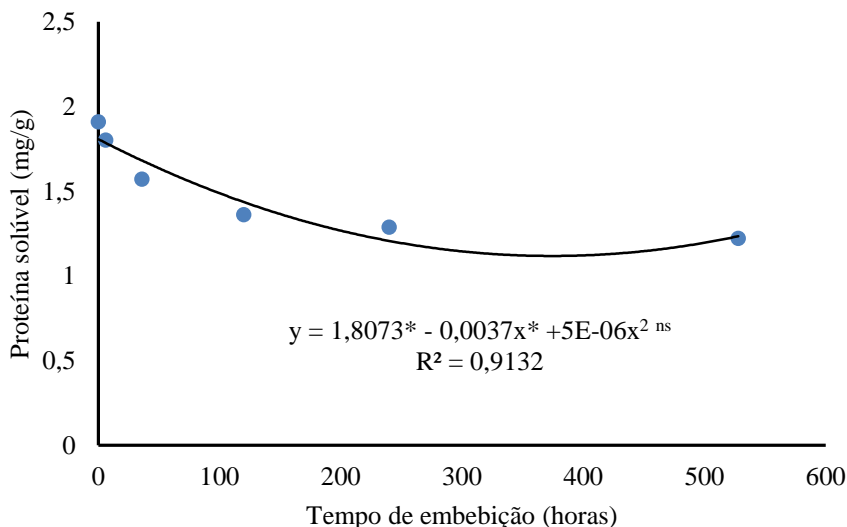
terceiro dia de embebição, e a fase III a partir de 432 horas (18 dias).

Foi observada 50+1% de emissão de radícula a partir de 432 horas (18 dias), de embebição, correlacionando com o início da fase III da curva.

Nos pontos escolhidos, a umidade foi de 14,37% para o ponto 0 h; 25,19% para o ponto 6 h; 31,13% para o ponto 36 h; 33,25% para o ponto 120 horas; 33,59% para o 240 h, e 43,89 para o ponto 528 h de embebição.

Durante o período de germinação, houve degradação nos teores médios de proteína solúvel (Figura 3). Os pontos escolhidos 0, 6 h, 36 h, 120 h, 240 h e 528 h de embebição apresentaram respectivamente as concentrações de 1,90 mg/g; 1,80 mg/g; 1,57 mg/g; 1,36 mg/g; 1,28 mg/g e 1,22mg/g de proteína solúvel.

Figura 3 - Mobilização de proteína solúvel durante a germinação da espécie *Psidium cattleianum*.



Fonte: produção do próprio autor, 2015.

Legenda: * significativo ao nível 5% de probabilidade e ns valor não significativo a 5%.

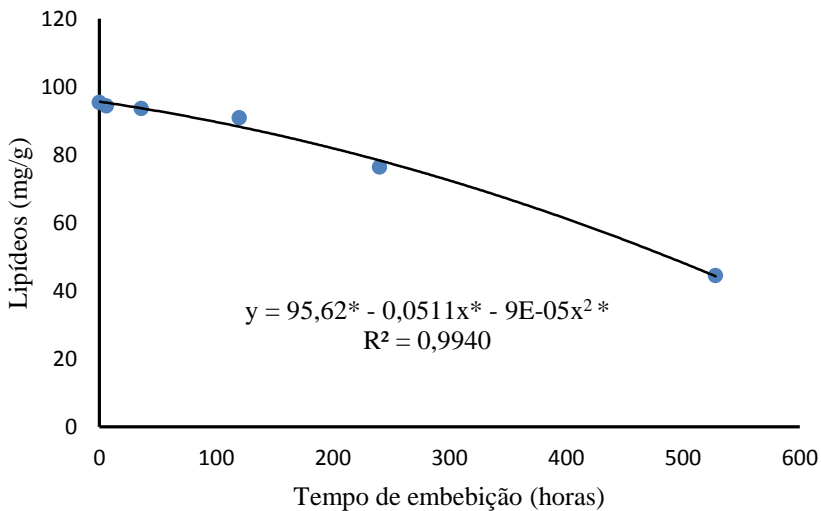
Tais resultados concordam com os citados por Bewley e Black (1994), de que as proteínas são mobilizadas durante a germinação. Resultados obtidos por Suda e Giorgini (2000), para *Euphorbia heterophylla*, também evidenciam a translocação de aminoácidos provenientes da degradação da proteína após o início da embebição.

É importante ressaltar que, segundo Mayer e Poljakoff-Mayber (1975), as substâncias durante a germinação são mobilizadas, e no decorrer do desenvolvimento das plântulas seus produtos de degradação são usados para diferentes propósitos, como a geração de energia e a produção de matéria-prima para a construção de novas células e tecidos. A utilização dessas reservas é variável, dependendo da espécie, podendo ser

durante a germinação ou no estágio de plântula (PONTES et al., 2002).

Foi verificada a degradação de lipídeos durante a germinação das sementes. No ponto 0 a concentração foi de 95,47 mg/g, seguida por 94,38 mg/g (6 h), 93,64mg/g (36 h), 90,95 mg/g (120 h), 76,49 mg/g (240 h), 44,52 mg/g (528 h) (Figura 4).

Figura 4 - Mobilização de lipídeos durante a germinação da espécie *Psidium cattleianum*.



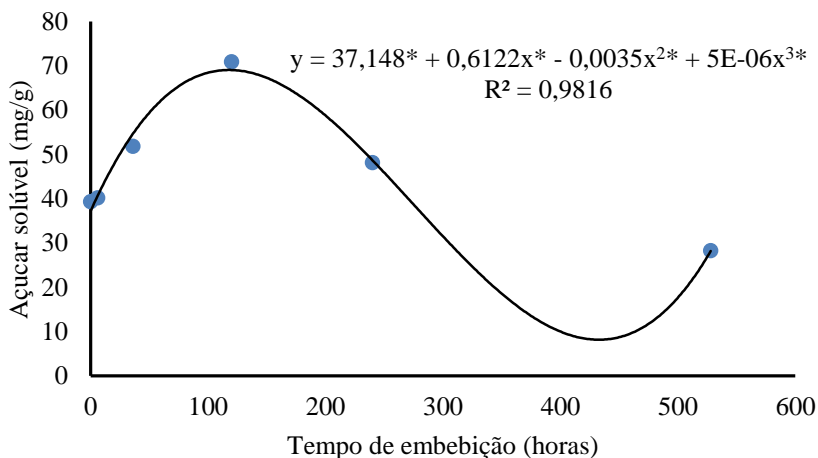
Fonte: produção do próprio autor, 2015.

Legenda: * significativo ao nível 5% de probabilidade e ns valor não significativo a 5%.

Segundo Hammer e Murphy (1994), em sementes de *Pinus edulis* a utilização de reservas de lipídeos foi detectada, com redução de 80% dessa reserva. Trabalhando com sementes de *Dalbergia nigra*, Borges et al. (2003) também observaram redução dos ácidos graxos durante a germinação.

Para o teor médio de açúcar solúvel, foi verificada a concentração de 39,22 mg/g (0 h), 40,16 mg/g (6 h), 51,84 mg/g (36 h), 70,89 mg/g (120 h), 48,12 mg/g (240 h), 28,23 mg/g (528 h) (Figura 5).

Figura 5 - Mobilização de açúcar solúvel durante a germinação da espécie *Psidium cattleianum*.



Fonte: produção do próprio autor, 2015.

Legenda: * significativo ao nível 5% de probabilidade e ns valor não significativo a 5%.

Resultados semelhantes foram observados por Stone e Gifford (1999), em sementes de *Pinus taeda*, os carboidratos solúveis decresceram durante a germinação, porém de acordo com os autores, ocorreu um acúmulo próximo ao tempo de protrusão da radícula, o que é semelhante ao encontrado neste trabalho pois início da protrusão de radícula da espécie *Psidium cattleianum* ocorreu em média com 192 horas de embebição.

As reservas de proteína solúvel, lipídeos e açúcar solúvel, consumidas em sementes de arará durante a germinação

foram respectivamente de 0,68 mg/g; 50,95 mg/g e de 10,99 mg/g.

Esses dados corroboram com resultados verificados em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth, por Corte et al. (2006), onde teores de carboidratos solúveis, lipídios e proteínas reduziram durante o período germinativo.

O consumo das reservas energéticas evidenciam a mobilização dos compostos de reserva (fonte) e sua translocação para outros órgãos (dreno). Isso ocorre porque a germinação da semente é iniciada graças às reservas próprias do embrião e depois mantida com o consumo dos componentes dos tecidos de reserva, pela atividade enzimática e pelo fluxo dos componentes solúveis às regiões de crescimento onde há rápido consumo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Em relação aos teores de lipídeos, açúcar solúvel e proteína solúvel, observam-se correlação baixa e negativa, apenas para açúcar solúvel e proteína solúvel (-0,1512). Os lipídeos apresentam correlação positiva moderada com as proteínas solúveis (0,7211) e com açúcares solúveis (0,5408). Essas correlações positivas demonstram semelhante comportamento de degradação entre esses compostos.

Tabela 3 - Análise de correlação entre os compostos de reserva de *Psidium cattleianum*

	Proteína Solúvel	Lipídeos	Açúcar solúvel
Proteína solúvel	1,0000	0,7211	-0,1512
Lipídeos		1,0000	0,5408
Açúcar solúvel			1,0000

Fonte: produção do próprio autor, 2015.

As correlações positivas de degradação observadas entre os compostos não significam que o consumo de um causa necessariamente, o consumo do outro ou vice-versa, de forma que nem sempre os dados observados estabelecem relações causais. Para afirmações dessa natureza, seria necessário

conduzir experimentos específicos para a obtenção de mais evidências de uma relação causal. Isso indica a possível existência de processos de conexão que atuariam inseridos num amplo e complexo sistema metabólico, no sentido de mobilizar as reservas energéticas estocadas nos cotilédones das sementes com o objetivo final de estabelecer uma nova planta (CORTE et al., 2006).

4.5 CONCLUSÃO

A composição química total das sementes de araçá é de 55,78% de carboidratos, seguido pelas proteínas (13,30%) e lipídios (12,42%). O teor de água das sementes foi de 17,49% e 1,01% das sementes é composta por cinzas.

As reservas de proteína solúvel, lipídeos e açúcar solúvel são utilizadas durante a fase germinativa como fonte de energia e substrato para estruturas celulares. As sementes de araçá, degradam predominantemente lipídeos durante o período germinativo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. AOSA, 1983. 88p. (Handbook on seedtesting. Contribution, 32).

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

BORGES, E.E.L. **Comportamento bioquímico e fisiológico de sementes florestais nativas durante a embebição**. 2003. 100 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Farmacopéia Brasileira**. 4. ed., São Paulo: Atheneu, 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BUCKERIDGE, M.S. et al. Acúmulo de Reservas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.

BUCKERIDGE, M.S. & DIETRICH, S.M.C. 1990. Galactomannan from Brazilian legume seeds. **Revista Brasileira de Botânica** 13:109-112.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CLEGG, K.M. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.3, p.40-44, 1956.

CLIMATE-DATA. 2015. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 24 de agosto de 2015.

CORTE, V.B.; BORGES, E.E.L; PONTES, C.A.; LEITE, I.T.A.; VENTRELLA, M.C.; MATHIAS, A.A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, v.30, p.941-949, 2006.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. 2013. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br>>. Acesso em: 16 julho 2015.

HAMMER, M. F.; MURPHY, J. B. Lipase activity and *in vivo* triacylglycerol utilization during *Pinus edulis* seed germination. **Plant Physiology of Biochemistry**, v. 32, n. 6, p. 861-867, 1994.

KAYS, E.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. V.N. Reinhold, 1991. New York.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. 2ª Ed. São Paulo: Nova Odessa. 2002.

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

MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Exeter, Pergamon Press, 1975.

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

PONTES, A. P. et al. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 593-601, 2002.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. (Coord.). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v.1, 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985 p.25-26; 42-45.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos** -métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165 p.

STONE, S. L.; GIFFORD, D. J. Structural and biochemical changes in Loblolly pine (*Pinus taeda*) seeds during germination and early seedling growth. II. Storage triacylglycerols and carbohydrates. **International Journal Plant Science**, v. 160, n. 4, p. 663-671, 1999.

SUDA, N. K. C.; GIORGINI, J. F. Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 3, p. 226-245, 2000.

ZIEGLER, P. Carbohydrate degradation during germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.447-474.