

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**O USO DA ESPECTROSCOPIA DO INFRAVERMELHO PRÓXIMO NA
IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DO DESENVOLVIMENTO**

CARLA LANG

MANAUS – Amazonas

Abril de 2014

CARLA LANG

**O USO DA ESPECTROSCOPIA DO INFRAVERMELHO PRÓXIMO NA
IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DO DESENVOLVIMENTO**

Orientadora: Dra. Flávia R. C. Costa

Coorientador: Dr. José Luís C. Camargo

Dissertação apresentada ao Instituto
Nacional de Pesquisas da Amazônia como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Botânica

Manaus, Amazonas

Abril, 2014

Ficha Catalográfica

L269

Lang, Carla

O uso da espectroscopia do infravermelho próximo na identificação de espécies amazônicas em diferentes estádios de desenvolvimento / Carla Lang. --- Manaus: [s.n.], 2014.
viii, 57 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2014.

Orientador : Flávia R. C. Costa.

Coorientador : José Luís C. Camargo.

Área de concentração : Botânica.

1. Burseraceae. 2. FT-NIR. 3. Estádios ontogenéticos. I. Título.

CDD 581.4

Sinopse:

Este estudo avaliou a eficácia da técnica da espectroscopia no infravermelho próximo na identificação de espécies da família Burseraceae em diferentes estádios de desenvolvimento.

Palavras chave:

Burseraceae, folhas, discriminação de espécies, FT-NIR, fases ontogenéticas

Keywords:

Burseraceae, leaves, species discrimination, FT-NIR, ontogenetic stages

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

pela oportunidade;

..À Coordenação de Pesquisa em Botânica e toda sua equipe;

..Ao Programa de Pós Graduação em Botânica;

..Ao CNPq pela bolsa de mestrado;

..Ao projeto PELD pelo financiamento do trabalho;

..A minha orientadora, Dra Flávia Costa, pelo exemplo de profissional e dedicação pela ciência, pela oportunidade, ensinamentos, apoio e incentivo;

..Ao meu coorientador, Dr. José Luís Camargo, pelo apoio, incentivo e ensinamentos;

..A toda a família vegetal;

..À Ana Andrade por todos os ensinamentos, apoio, incentivo e amizade nestes 5 anos de Amazônia;

..À Flávia Durgante pela ajuda, paciência e apoio na realização deste trabalho;

..Ao Dr. Alberto Vicentini pela ajuda, apoio e por ser um grande incentivador da técnica da FT-NIR;

..À Dra. Isolde Ferraz pela ajuda e colaboração;

..A toda equipe do PDBFF;

..Aos meus ajudantes de campo;

..Aos meus pais, Claudio e Vera;

..A minhas irmãs, Patrícia e Fernanda;

..A todos meus amigos de curso, do INPA, de república, de Manaus e de Santa Maria..

..Em especial para minhas amigas Patrícia Lang, Daiani Kochhann, Vivianne Fonseca, Virgínia Bernades pela amizade, apoio e por me aturarem.

..A todas as pessoas que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

Resumo

A identificação das espécies de plantas exige um alto nível de conhecimento de taxonomistas e a presença de material reprodutivo. Isso representa uma das grandes limitações para quem trabalha com plântulas e juvenis, os quais diferem morfológicamente dos adultos e ainda não apresentam estruturas reprodutivas. Estudos prévios demonstraram que a espectroscopia do infravermelho próximo (FT-NIR) é eficaz na discriminação de espécies de plantas em estágio adulto, logo se indivíduos jovens e adultos possuírem uma assinatura espectral semelhante, funções discriminantes baseadas em leituras espectrais de indivíduos adultos poderiam ser usadas para identificar plântulas e juvenis. Testamos isto com uma amostra de 429 espécimes de 16 espécies dentre os gêneros *Protium* e *Crepidospermum* (Burseraceae). Para isso coletamos 12 leituras espectrais, abaxial e adaxial, de folhas secas e comparamos as taxas de predições corretas das espécies para diferentes conjuntos de dados e modelos discriminantes. Obtivemos uma média, sobre todas as espécies, de 75% de acertos nas identificações dos jovens quando as funções discriminantes foram construídas com base nos adultos e com a seleção dos comprimentos de onda mais informativos. A maior parte das espécies foi bem predita (75-100% de identificações corretas) e apenas três espécies tiveram baixas predições (27-60%). Isso ocorreu devido os espectros dos jovens serem distintos dos espectros dos adultos quando as espécies foram analisadas individualmente. Quando jovens e adultos foram incluídos na função discriminante, amostras externas foram preditas corretamente, alcançando 99% de acerto. Algumas das espécies mal preditas foram novamente avaliadas por um perito da família por um procedimento cego e comprovou-se uma mistura de amostras de diferentes espécies. Mesmo considerando algumas limitações, concluímos que a FT-NIR tem um elevado potencial na identificação de espécies, mesmo em diferentes estádios ontogenéticos.

Palavras chave:

Burseraceae, folhas, discriminação de espécies, FT-NIR, fases ontogenéticas

Abstract

Amazon species identification in different ontogenetic stages by near infrared spectroscopy

Precise identification of species requires high level of knowledge by taxonomists and presence of reproductive material. This represents a major limitation for those working with seedlings and juveniles, which differ morphologically from adults and do not bear reproductive structures. Near-infrared spectroscopy (FT-NIR) was previously shown to be effective in species discrimination of adult plants, so if young and adults have the same spectral signature, discriminant functions based on FT-NIR spectra of adults can be used to identify young. We tested this with a sample of 419 plants in 16 species within *Protium* and *Crepidospermum* (Burseraceae). We obtained 12 spectral readings per leaf, from adaxial and abaxial surfaces of dried leaves and compared the rate of correct predictions of species with discriminant functions for different combinations of readings. We obtained an average, over all species, of 75% correct identifications of young plants by discriminant equations developed based only on adults, when the most informative wavelengths were selected. Most species were well predicted (75-100% correct identifications) and only three had poor predictions (27-60%). This occurred despite of the spectra of young individuals being distinct of those of adults when species were analyzed individually. When young and adults individuals are included in the same discriminant function, correct predictions of external samples attained 99%. Some of the poorly predicted species were re-evaluated by an expert in the family in a blind procedure and proven to be a mixture of samples in different species. Even considering some limitations, concluded that FT-NIR has a high potential in identification of species even in different ontogenetic stages.

Key words:

Burseraceae, leaves, species discrimination, FT-NIR, ontogenetic stages

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	9
OBJETIVOS.....	12
MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	36
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação de espécies e número de amostras de plântulas, juvenis e adultos utilizada.....	15
Tabela 2. Resultado da análise discriminante baseada nas médias das 12 leituras por indivíduo.....	24
Tabela 3. Resultado da análise discriminante baseada na média das 12 leituras (Ad+Ab), média das leituras da face adaxial (Ad) e média das leituras da face abaxial (Ab).....	27
Tabela 4. Resultado da análise discriminante utilizando um espectro selecionado aleatoriamente por indivíduo.....	28
Tabela 5. Resultados da análise discriminante utilizando um espectro aleatório por indivíduo encontrado para cada modelo gerado (100% adultos + % jovens) contendo todas as espécies analisadas.....	29
Tabela 6. Resultados da função discriminante com as 20 variáveis mais informativas e baseada nas média das 12 leituras (Ad+Ab), média das leituras adaxial (Ad) e média das leituras abaxial (Ab).....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Reserva Ducke (RFAD) próxima à cidade de Manaus, AM.....	13
Figura 2. Localização das parcelas permanentes do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais – PDBFF.....	13
Figura 3. Imagem do corpo negro sobre a amostra.....	16
Figura 4. Representação gráfica da análise dos componentes principais dos espectros de FT-NIR coletados nos comprimentos de 4000 a 10.000 cm^{-1} das espécies selecionadas.....	19
Figura 5. Representação gráfica da análise dos componentes principais usando apenas as 20 variáveis mais informativas das espécies selecionadas.....	21
Figura 6. Representação gráfica da função discriminante dos adultos com as médias da leituras (Ad + Ab) usando as 20 variáveis mais informativas.....	32
Figura 7. Representação gráfica da função discriminante dos jovens com as médias da leituras (Ad + Ab) usando as 20 variáveis mais informativas.....	33
Figura 8. Representação gráfica da função discriminante baseado nos indivíduos juvenis.....	35
Figura 9. Representação gráfica da função discriminante baseada nos indivíduos adultos.....	36

Introdução

A identificação de espécies exige um alto nível de conhecimento dos taxonomistas, confirmação de especialistas (Durgante *et al.*, 2013; Hopkins, 2005) e presença de material reprodutivo (Mori e Cunha, 1995). Para os profissionais que trabalham com plantas em áreas com alta diversidade biológica, como nos trópicos, o problema de identificação é agravado porque ainda há muitas lacunas nas coleções e as pesquisas básicas continuam escassas. Muitas espécies são raras (Hubbell *et al.*, 2008; Nelson *et al.*, 1990; Pitman *et al.*, 2001), o que significa que o material para comparações é escasso e a maioria das coletas são, principalmente, estéreis, devido à carência de informações fenológicas para guiar os períodos de coleta ou ainda porque a atividade reprodutiva das árvores comumente é supra anual (Gomes *et al.*, 2012). A identificação de amostras estéreis na maioria das vezes não é possível com as chaves convencionais e também requer um elevado nível de conhecimento da flora regional.

O uso clássico de caracteres morfológicos para identificação de espécies tem várias limitações, como a plasticidade fenotípica e ou a existência de taxa crípticos. Além disso, as chaves morfológicas são, quase sempre, eficazes para material botânico de plantas adultas ou já reprodutivas (Valentini *et al.*, 2009). Isso representa uma das grandes limitações para quem trabalha com plântulas e juvenis e necessita da identificação das mesmas. O maior problema é que, além de ser um período crítico do ciclo de vida de muitas espécies, a fase inicial de uma planta é também pouco conhecida e estudada. Plântulas são ricas em informações taxonômicas e muitas vezes ignoradas (Camargo *et al.*, 2008). A necessidade de trabalhos visando a identificação em diferentes estádios ontogenéticos das plantas vem sendo ressaltada há muito tempo e ainda há muito que fazer para ampliar o conhecimento taxonômico das árvores em estádios iniciais de vida na Amazônia. A capacidade de se reconhecer plântulas e juvenis, seja em campo, em viveiros ou em laboratório, é necessária para estudos de dinâmica de populações e da sucessão vegetal.

Desta forma, fica clara a necessidade de aprimorar o processo de identificação clássico de espécies, juntamente com a utilização de material já coletado e identificado por especialistas. Tecnologias emergentes para este fim, como a espectroscopia no infravermelho próximo FT-NIR, podem ajudar a resolver problemas relacionados com a identificação de espécies com eficácia (Durgante *et al.*, 2013).

A espectroscopia no infravermelho próximo (NIR pela abreviatura em inglês) é uma técnica não destrutiva, rápida e que não necessita de tratamento prévio das amostras (Fernández, 2008), além de aproveitar e aprimorar as análises convencionais.

O FT-NIR realiza análise com alta precisão em qualquer molécula que apresente, principalmente, ligações de C-H, O-H, N-H, S-H e C=O (Li *et al.*, 2012; Pasquini, 2003). A técnica está relacionada com a natureza das ligações moleculares, que por sua vez são definidas pelas ligações entre os átomos e/ou grupo de átomos (grupos funcionais) que formam a amostra. As informações sobre esses grupos funcionais podem ser expressas de diferentes formas na espectroscopia. Quando uma amostra orgânica é irradiada, as ligações químicas vibram continuamente provocando um alongamento e flexão das moléculas que, por sua vez, provoca um tipo de movimento de onda que é característico do grupo funcional que a compõe (Foley, 1998). Segundo os modelos da mecânica quântica que explicam a vibração molecular, uma molécula pode ganhar ou perder pacotes discretos de energia e vibrar, com maior ou menor intensidade, respectivamente. Os pacotes de energia absorvidos ou emitidos podem ser quantificados pela FT-NIR (Fernández, 2008).

O contato da luz incidente do FT-NIR com o tecido foliar gera uma resposta espectral em função da composição química e estrutural das células e da morfologia interna da folha (Ponzoni, 2002) que são característicos da espécie e das condições ambientais. Outro fator importante no caminho da radiação eletromagnética é a espessura da folha, pois a transmitância é maior do que a reflectância para folhas delgadas e o inverso acontece em folhas espessas (Ponzoni, 2002). Estes fatores devem ser considerados na comparação de plântulas e indivíduos adultos, pois há diferenças, seja na estrutura ou na composição química.

A crescente aplicação do FT-NIR em outras áreas do conhecimento é o resultado da sua eficiência: é um método muito rápido (aproximadamente uma leitura espectral completa por segundo), não gera resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, requer pouca quantidade da amostra, pode ser implementada *in situ*, geralmente dispensa o tratamento prévio da amostra e principalmente não é invasivo nem destrutivo (Pasquini, 2003). Aplicações da FT-NIR como ferramenta de análise pode ser encontrada em praticamente todas as áreas, desde astronomia, indústria, controle de qualidade, meio ambiente, taxonomia, medicina etc. Na área florestal, há muito trabalhos que predizem as propriedades físicas, mecânicas e químicas da madeira (Acuna e Murph, 2006; Hauksson *et al.*, 2001; Schwanninger *et al.*, 2004; Terdwongworaku *et al.*, 2005). A espectrometria do infravermelho também foi utilizada na identificação de

bactérias (Luginbuhl *et al.*, 2006), para distinguir a origem geográfica do fungo *Ganoderma lucidum* (Chen *et al.*, 2008), em estudos etológicos (Newey *et al.*, 2008), na caracterização da comunidade de nematódeos em solos (Barthès *et al.*, 2011). As aplicações de FT-NIR na agricultura e em plantas têm sido um tema recorrente, mas a sua utilização na classificação de plantas ainda é rara (Guo *et al.*, 2009). Mas, trabalhos recentes usaram a técnica com sucesso e alcançaram taxas que variam de 80 a 100% de acertos (Durgante *et al.*, 2013; Krajsek *et al.*, 2008; Fan *et al.*, 2008, Castillo *et al.*, 2008).

No estudo de Kim *et al.* (2004), o FT-IR mostrou-se como uma ferramenta promissora para a discriminação de sete espécies de plantas com flores e suas variedades, assim como, para determinar relações filogenéticas em angiospermas. Os resultados do estudo de Jurado-Expósito *et al.* (2003) mostraram que o FT-NIR foi capaz de discriminar palha de trigo e de girassol e sete espécies de ervas daninhas. Maree e Viljoen (2011) obtiveram resultados satisfatórios na discriminação de duas espécies de plantas, estreitamente relacionadas, que ocupam uma distribuição simpátrica na África do Sul, *Pelargonium sidoides* e *Pelargonium reniforme*, indicando que a espectroscopia do FT-NIR (próximo) e FT-MIR (médio) pode ser utilizada para discriminar espécies estreitamente relacionadas. No estudo de Li *et al.* (2012) a espectroscopia FT-NIR combinado com quimiometria foi realizada a fim de distinguir indivíduos de *Codonopsis pilosula* (Campanulaceae) a partir de seis habitats, com classificações corretas de até 97%.

Como constatado, a espectroscopia tem se revelado uma ferramenta promissora na discriminação e identificação de espécies. Entretanto, a maioria dos trabalhos realizados compararam indivíduos que estão dentro do mesmo estágio ontogenético. A tecnologia do infravermelho próximo poderia ser especialmente útil para resolver problemas particulares de identificação entre plântulas e/ou juvenis e indivíduos adultos da mesma espécie. No entanto, permanece desconhecida a eficácia da técnica do FT-NIR na discriminação e identificação de espécies amazônicas em diferentes estádios ontogenéticos. Diante disso, este estudo pretende contribuir para a resolução de problemas taxonômicos envolvendo a identificação de juvenis e adultos das mesmas espécies, assim como apontar se a FT-NIR pode ser útil para esse fim e consequentemente esse conhecimento ser aplicado em futuros trabalhos na área da botânica, ecologia e ciências florestais.

Objetivos

Determinar a eficácia da técnica de espectroscopia do infravermelho próximo (FT - NIR) na identificação de espécies em diferentes estádios ontogenéticos.

Para isso, pretendo responder as seguintes questões:

1. As espécies selecionadas possuem uma assinatura espectral única nos diferentes estádios ontogenéticos?
2. Que combinação de medidas espectrais é capaz de melhor prever a identidade das espécies, nos diferentes estádios ontogenéticos?

Hipóteses

1. Espécies em diferentes estádios de desenvolvimento apresentam resposta espectral similar.
2. Um conjunto selecionado de variáveis espectrais tem maior poder de predição que o conjunto total de variáveis do FT-NIR.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

As amostras de folhas utilizadas no trabalho são provenientes de duas áreas de pesquisa do INPA, Reserva Florestal Adolpho Ducke e ARIE PDBFF – Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais.

A Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) encontra-se a 26 km da cidade de Manaus, Amazonas, Brasil (3° 05' S, 60° 00' W), tem aproximadamente 10.000 hectares, sendo limítrofe ao perímetro urbano da cidade (Figura 1). A ARIE PDBFF Fragmentos está localizada a aproximadamente 80 km de Manaus (2° 30' S, 60 W, Figura 2). Ambas as reservas são cobertas por floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia, ou Floresta Densa Tropical segundo classificação do RADAM - BRASIL. A cobertura vegetal ombrófila tem dossel uniforme com uma altura média de 32 m. A topografia é constituída de platôs recortados por igarapés. Os solos são derivados de sedimentos marinhos do terciário do grupo

Barreiras. Representam um *continuum* de latossolos argilosos nas cristas, tornando-se mais arenosos com o aumento da inclinação e diminuição da altitude. Na baixada a fração mineral é quase areia pura. A altitude média é de 50-120 m acima do nível do mar. O clima segue o tipo Afi de Köppen, com temperatura média de 26 °C. A precipitação anual varia de 1.900 a 2.300 mm, com uma estação chuvosa de dezembro a maio e uma estação seca de junho a novembro. <http://peld.inpa.gov.br/sitios/ducke>

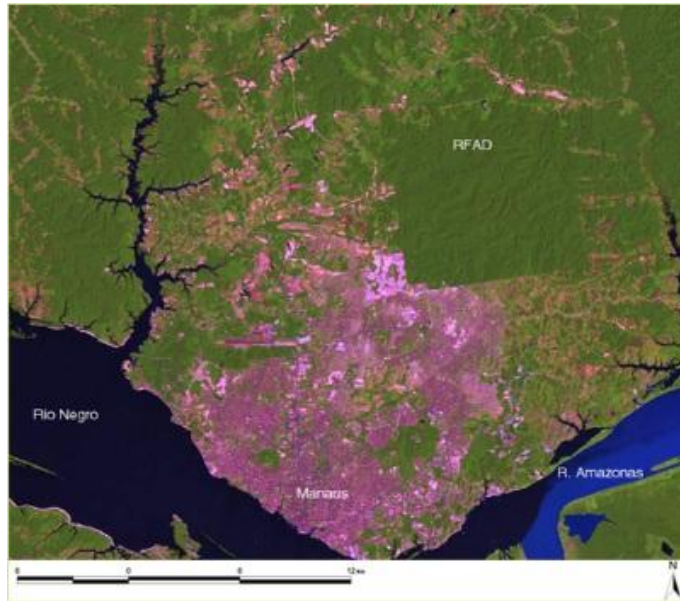


Figura 1. Localização da Reserva Ducke (RFAD) próxima à cidade de Manaus, AM.

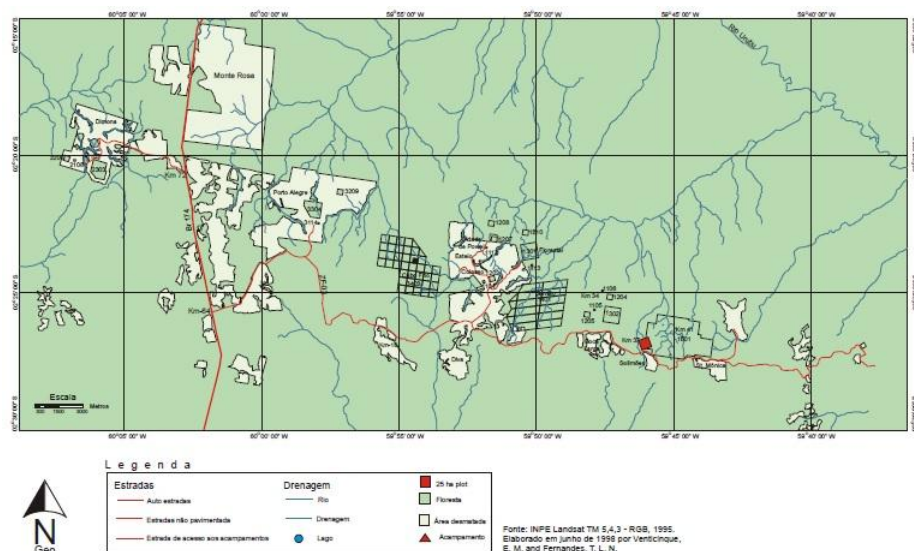


Figura 2. Localização das parcelas permanentes do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais – PDBFF.

Delineamento Amostral

Material botânico

O material botânico utilizado no trabalho é oriundo de exsicatas coletadas na RFD no período de janeiro a março de 2013 e de exsicatas da ARIE/PDBFF coletadas nos últimos 35 anos. As exsicatas correspondem a diferentes estádios ontogenéticos: plântulas, juvenis e adultos. Consideramos como plântula, os indivíduos com menos de 10 cm de altura, juvenis os indivíduos de 30 cm a 1,50 m de altura e adultos, os indivíduos com mais de 2m de altura.

Na RFD foram coletadas sementes de árvores que estavam frutificando no período. As árvores que não estavam previamente marcadas foram georreferenciadas. Coletou-se material testemunho para produção de exsicatas e os frutos para a produção de plântulas. Os frutos foram processados para a obtenção das sementes. Estas foram postas para germinarem em casa de vegetação, porém a germinação e a produção de plântulas não foi satisfatória. Como a ideia inicial era produzir todas as plântulas e a produção foi mínima, foi necessária à utilização de exsicatas de outros projetos, como as amostras de juvenis do subprojeto do PDBFF: Regeneração Natural de *Protium* spp. (Burseraceae), Árvores Abundantes em Floresta Fragmentadas ao Norte de Manaus. Portanto, a grande maioria das exsicatas de adultos utilizadas no trabalho foi proveniente da coleção de referência do sub-projeto Fitodemográfico (PDBFF), e o restante proveniente das coletas na reserva Ducke.

As espécies utilizadas no estudo pertencem à família Burseraceae (Tabela 1). A escolha da família Burseraceae foi baseada na dificuldade de identificação de algumas espécies baseada somente em caracteres morfológicos, como as do gênero *Protium*, popularmente conhecido como breu e, principalmente na identificação problemática de plântulas e juvenis.

Um total de 429 espécimes foi utilizado, sendo 239 espécimes em estágio adulto e 190 em estágio juvenil ou plântula. Estes representam 16 espécies da família Burseraceae sendo 15 do gênero *Protium* e uma espécie do gênero *Crepidospermum* (Tabela 1). A maioria das amostras dos adultos foi identificada pelo especialista da família Douglas Daly. Já as amostras de plântulas e juvenis não foram inicialmente identificadas por especialistas, mas passaram por revisão de Paul Fine na segunda etapa do estudo. Tentou-se respeitar o número mínimo de 10 indivíduos por espécie.

Tabela 1. Relação de espécies e número de amostras de plântulas, juvenis e adultos utilizadas.

Espécie	Plântulas/Juvenis	Adultos
<i>Protium altsonii</i> Sandwich	13	21
<i>Protium apiculatum</i> Swart	12	24
<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) Marchand	10	13
<i>Protium grandifolium</i> Engl.	7	10
<i>Protium guianense</i> (Aubl.) Marchand var. <i>guianense</i>	15	12
<i>Protium hebetatum</i> D.C. Daly forma A	20	19
<i>Protium hebetatum</i> D.C. Daly forma B	19	16
<i>Protium krukoffi</i> Swart	18	15
<i>Protium occultum</i> Daly	10	20
<i>Protium pallidum</i> Cuatrec.	9	15
<i>Protium paniculatum</i> (Engl.) var. <i>nova</i>	12	13
<i>Protium paniculatum</i> var. <i>riedelianum</i> (Engl.) Daly	8	13
<i>Protium sagotianum</i> Marchand	11	16
<i>Protium subserratum</i> (Engl.) Engl.	9	10
<i>Protium strumosum</i> Daly	12	10
<i>Crepidospermum rhoifolium</i> (Benth.) Triana & Planch	5	12
Número total de amostras	190	239

Coleta dos dados espectrais

As leituras espectrais são expressas pelos valores de absorbância entre os comprimentos de onda de 4.000 a 10.000 (cm^{-1}) no infravermelho próximo. Os espectros das folhas foram coletados no espectrofotômetro da Termo Nicollet, sistema FT-NIR Antaris II Method Development System (MDS) no laboratório de taxonomia botânica (LAB-NIR) do INPA. A cada leitura foi realizada uma calibração (branco) do equipamento. Para controle, foi utilizado um corpo negro em cima do ponto onde o espectro foi coletado, para evitar a dispersão da luz (Figura 3).



Figura 3. Imagem do corpo negro sobre a amostra.

Foram coletadas quatro leituras espectrais por folha, sendo duas leituras na face adaxial (1 e 2) e duas leituras na face abaxial (3 e 4), sempre respeitando a sequência. Os pontos de leitura abrangeram a base e o ápice de ambas as faces. Utilizou-se três folhas por exsicata, obtendo-se 12 leituras por indivíduo. Buscou-se priorizar a leitura de folhas inteiras, em bom estado, porém folhas com fungos e que sofreram herbivoria não foram descartadas. Quando a amostra não apresentava três folhas, cada metade longitudinal foi considerada uma folha.

Análise dos dados

Para determinar se os espectros das diferentes fases ontogenéticas de cada espécie eram semelhantes entre si, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCAs), onde os atributos ordenados foram as absorvâncias lidas para cada comprimento de onda, e as leituras por indivíduo, os objetos. Conduzimos as PCAs usando todas os comprimentos de onda lidos, que representam 1557 atributos.

Com o propósito de avaliar a capacidade dos espectros em distinguir as espécies, independente do estágio ontogenético, foram geradas funções discriminantes tendo como variáveis independentes as 16 espécies e as variáveis dependentes da função as médias da absorvância em cada comprimento de onda das leituras por indivíduo. Foram conduzidos três testes: 1) baseado na média das 12 leituras (adaxial + abaxial); 2) baseado na média das seis leituras da face adaxial e 3) baseado na média das seis leituras da face abaxial. A análise discriminante (LDA) foi conduzida utilizando tanto todos os dados espectrais coletados ao

longo do espectro FT-NIR (4000 a 10.000 cm^{-1}), como uma seleção dos comprimentos de onda mais informativos. Cada espécie foi codificada como um grupo. Três grupos de análises foram conduzidos, conforme descrito a seguir.

Primeiramente, uma função discriminante foi gerada somente com os dados de plantas adultas. As amostras externas de plântulas/juvenis, que não foram usadas para gerar a equação, validaram o modelo. O inverso também foi feito, onde a equação foi construída com base nos dados do juvenis foi validada com as amostras externas dos adultos. Como um teste adicional, uma análise discriminante foi gerada com 2/3 das amostras e o 1/3 restante usado para validar a função. Este processo foi repetido 100 vezes com randomização dos subconjuntos e a média das 100 validações foi comparada.

No terceiro grupo de análises, uma leitura espectral foi aleatoriamente selecionada, entre as 12 leituras coletadas por indivíduo, para gerar as funções discriminantes. Esta seleção aleatória foi repetida 100 vezes. Para esta análise, além dos modelos gerados anteriormente, novos modelos foram elaborados. Nestes modelos, manteve-se todas as amostras de adultos na função, e variou-se a proporção de jovens incluídos. A função discriminante foi validada com os indivíduos jovens.

Posteriormente, as variáveis mais informativas foram selecionadas através de análise discriminante. O procedimento teve como objetivo captar o conjunto de variáveis independentes que melhor predizem as espécies. Em dados espectrais, os números de onda podem apresentar informações (valores de absorção) semelhantes, causando interferências (ruídos) no sinal de interesse, no nosso caso na discriminação das espécies. No entanto, podemos remover estas interferências utilizando métodos de pré-processamento, que podem aprimorar os resultados tanto das funções discriminantes como a separação das espécies no espaço analítico resultante da análise dos componentes principais (PCA) (Durgante *et al.*, 2013). O método utilizado foi o “Stepwise” que constrói iterativamente uma sequência de modelos de regressão pela adição ou remoção de variáveis em cada etapa. A redução do número de variáveis respeitou a premissa da análise discriminante, em que o número de amostras deve ser três vezes maior que o número de variáveis mensuradas (Willians e Titus, 1988). Com a seleção das variáveis, repetimos todas as análises descritas acima, porém desta vez, utilizamos somente as variáveis mais informativas. O mesmo procedimento foi refeito, porém com o objetivo de captar o conjunto de variáveis independentes que melhor predizem estádios ontogenéticos. O propósito desta análise foi averiguar se as variáveis que melhor predizem fase do desenvolvimento influenciam o poder de predição das espécies nos

diferentes estádios ontogenéticos.

Finalmente, avaliamos o poder dos dados espectrais em discriminar estádios ontogenéticos do desenvolvimento. Para este modelo a identidade das espécies foi suprimida, havendo apenas os grupos adulto e jovem. O modelo foi construído com 2/3 dos dados e validado com o terço restante.

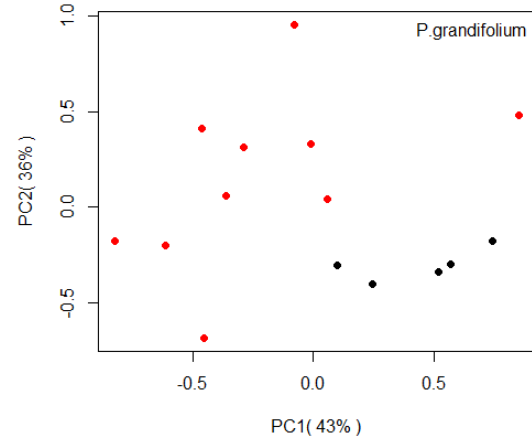
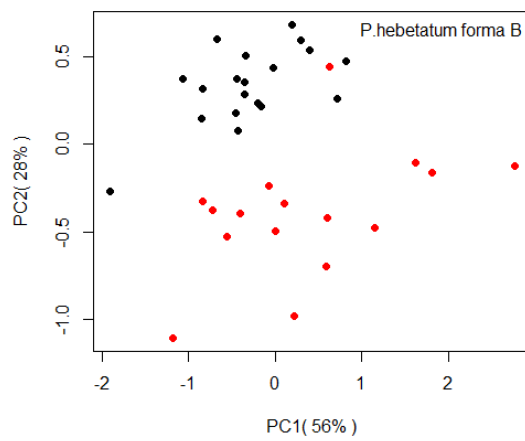
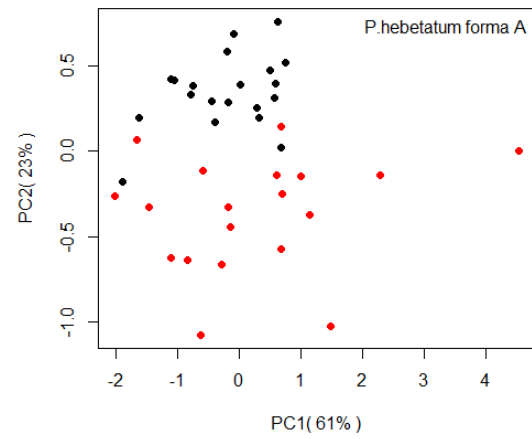
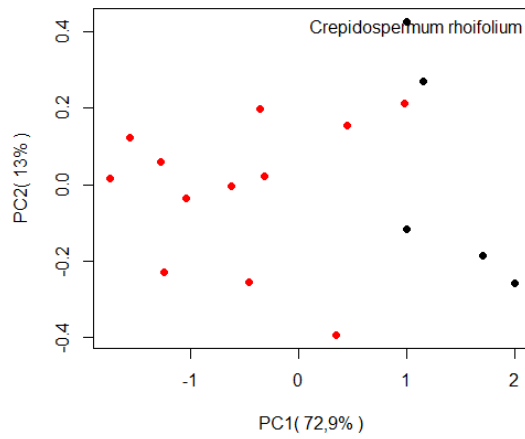
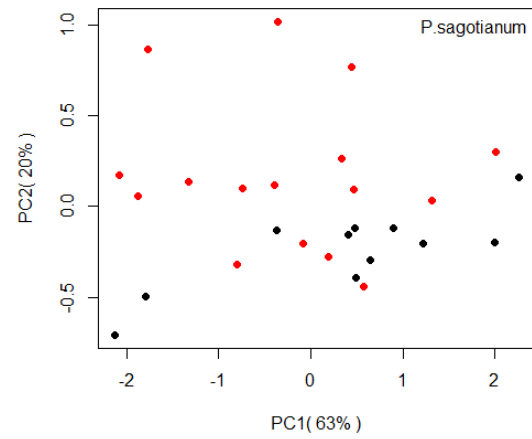
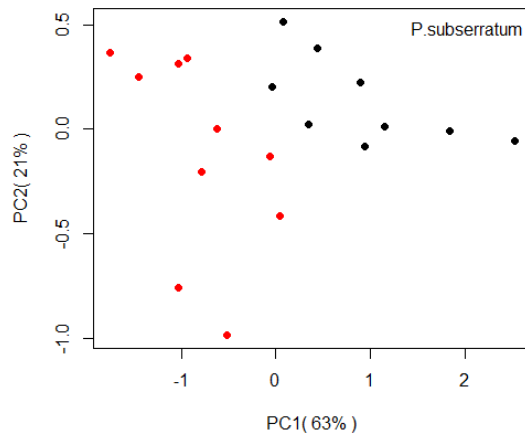
Para cada um dos testes descritos, obtivemos a porcentagem de acerto nas identificações. As análises foram executadas no ambiente R 2.10.0 (R Development Core Team, 2009).

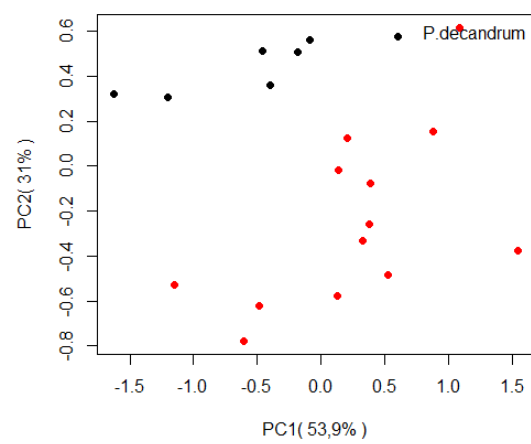
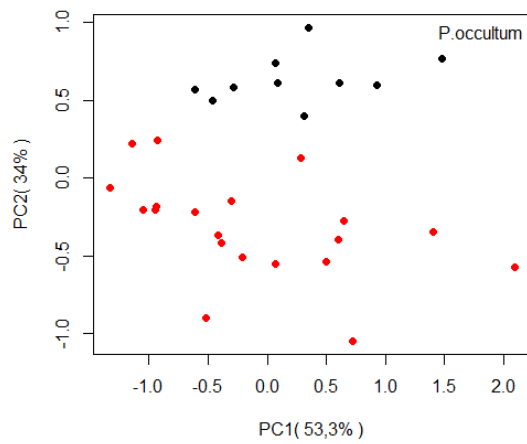
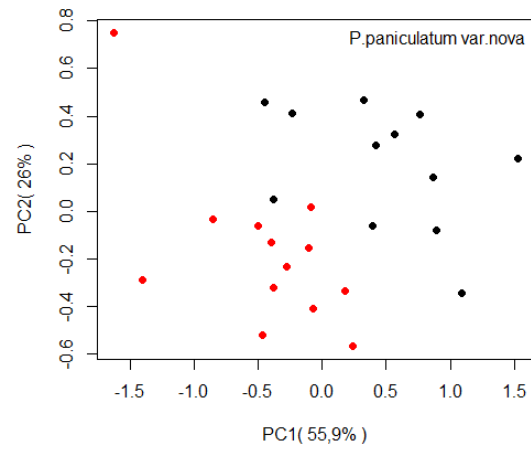
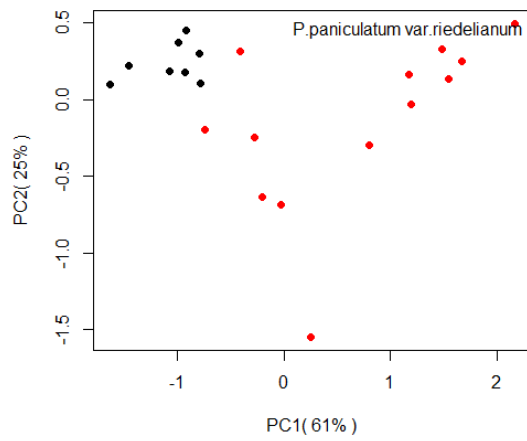
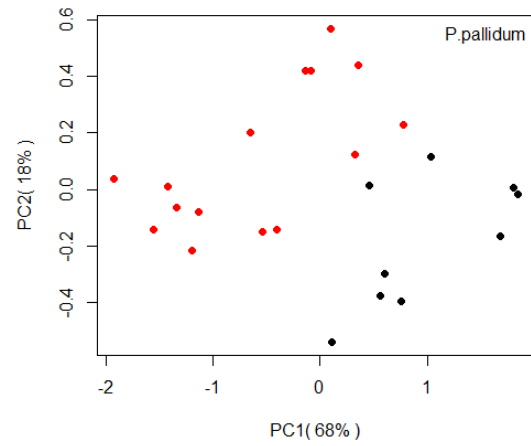
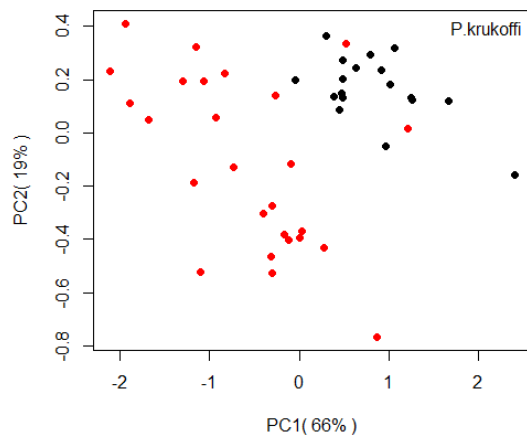
Resultados

Um total de 5.147 espectros foi coletado no FT-NIR para os 429 espécimes (239 espécimes em fase adulta e 190 em fase de plântula e juvenil).

É possível discriminar jovens e adultos com base em seus espectros de NIR?

A análise discriminante para testar o poder de separação dos estádios ontogenéticos, independente da espécie, teve uma média de acerto de 99,9% na predição dos estádios. As ordenações das leituras espectrais, utilizando todos os comprimentos de onda, mostram que dentro de cada espécie há em geral uma clara distinção entre jovens e adultos (Figura 4), formando grupos distintos. Apenas para *Protium apiculatum* e *P. sagotianum* houve uma mistura das amostras de adultos e jovens no espaço resultante da ordenação, não havendo formação de grupos tão bem definidos como para as outras espécies. Os dois eixos de ordenação captaram em média 84% da variância dos dados espectrais.





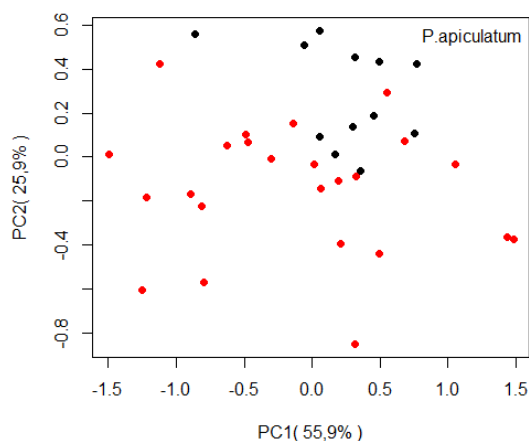
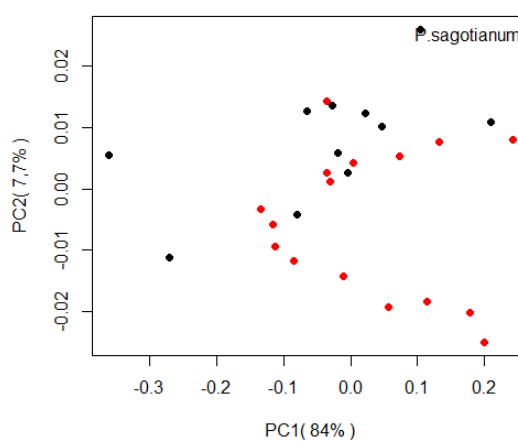
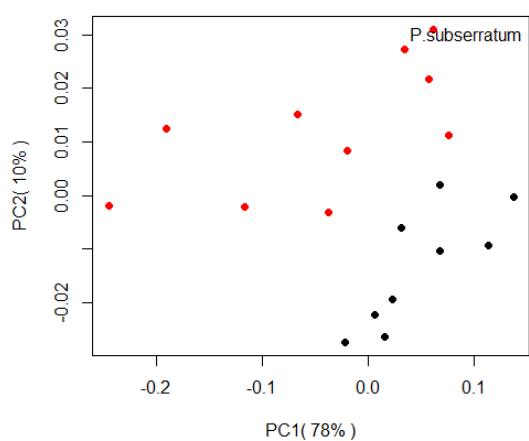
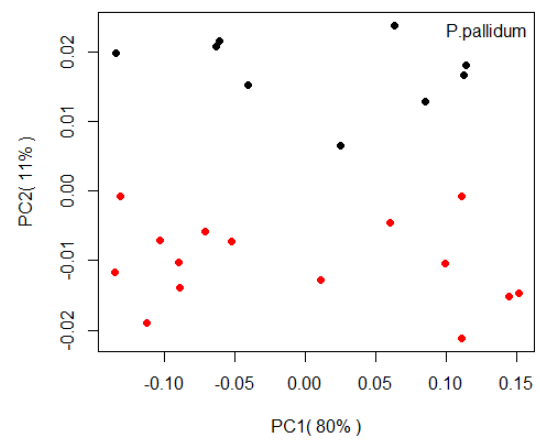
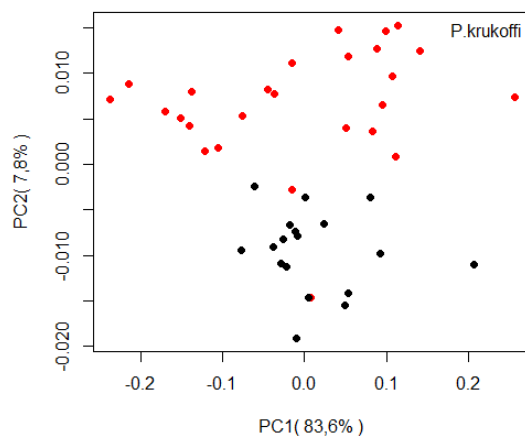
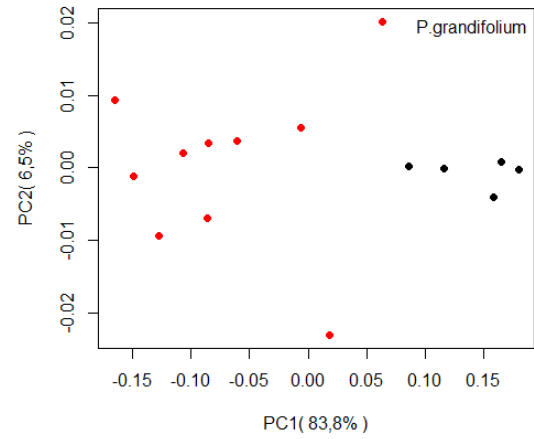
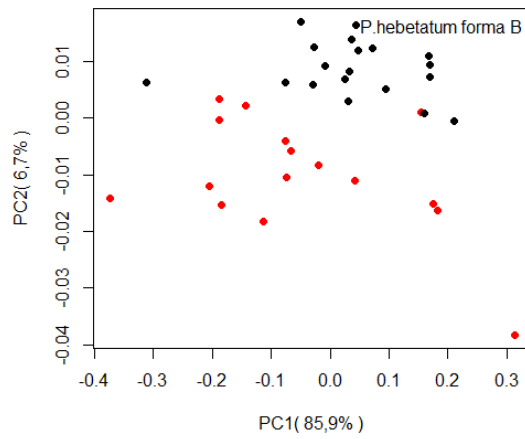
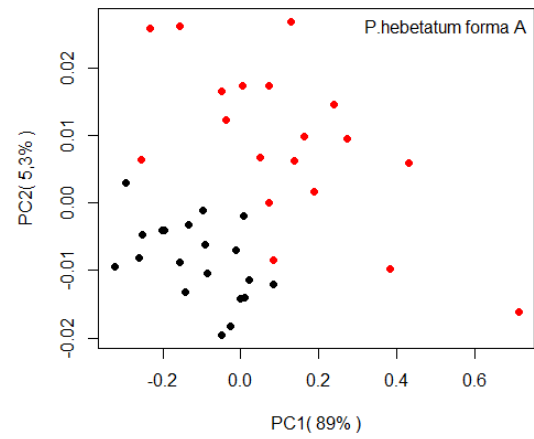
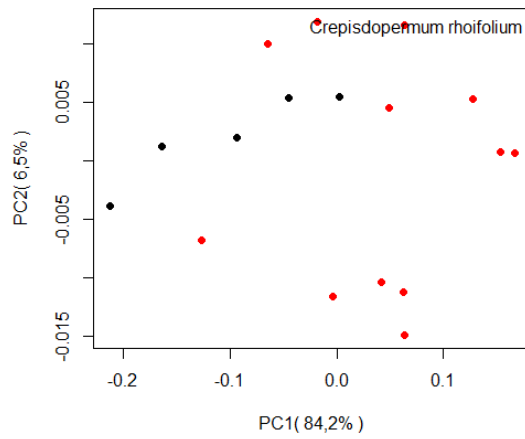


Figura 4. Análise dos Componentes Principais dos espectros de FT-NIR coletados nos comprimentos de 4000 a 10.000 cm^{-1} das espécies selecionadas. Indivíduos adultos estão representados pelos círculos vermelhos e jovens pelos círculos preto.

Utilizando as variáveis mais informativas na análise, os eixos de ordenação conseguiram captar em média 91% da variação dos dados espectrais e a separação dos estádios se tornou mais nítida para a maioria das espécies (Figura 5), embora haja mistura para as espécies *P. paniculatum* var. *nova*, *P. apiculatum* e *P. sagotianum*.





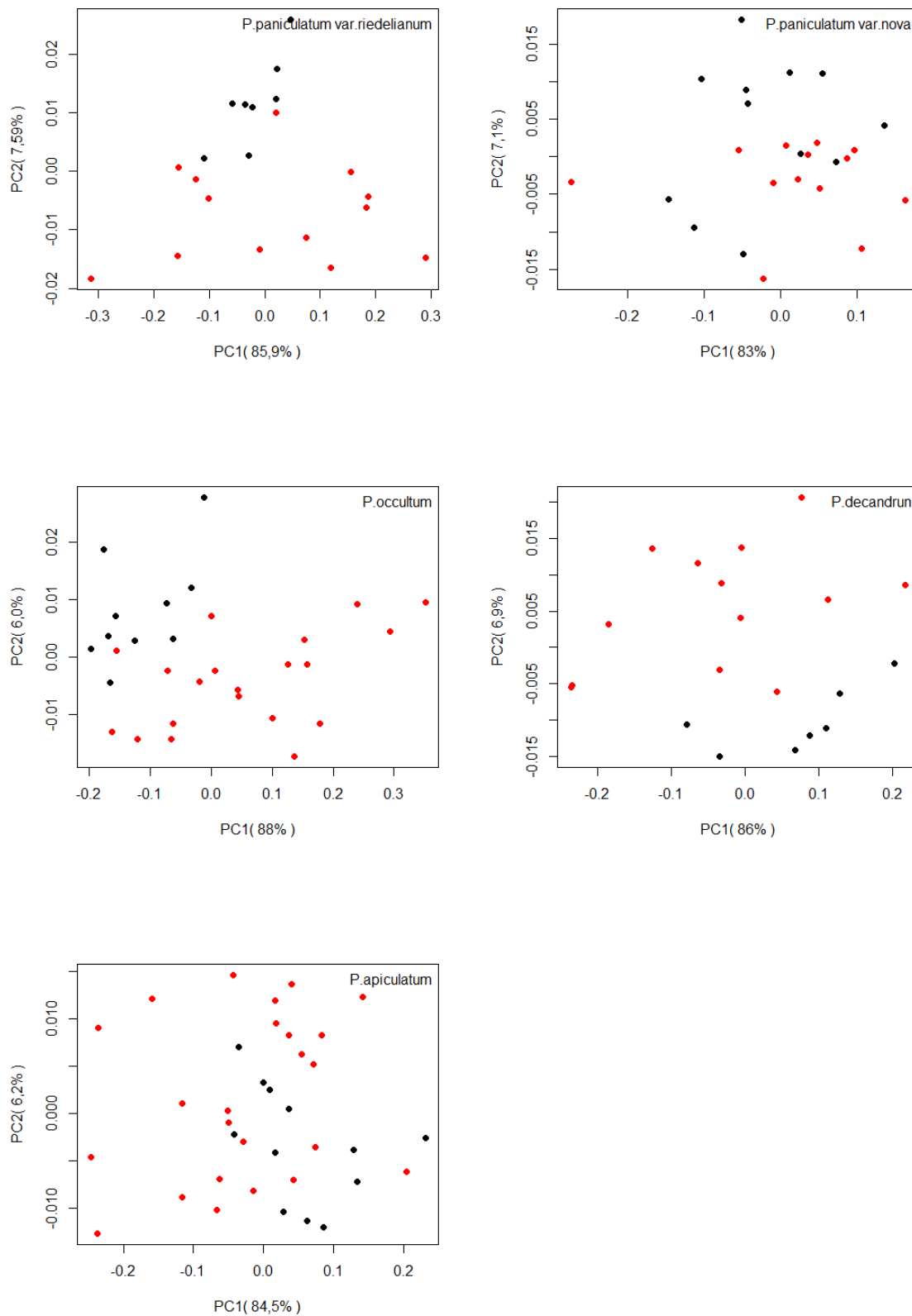


Figura 5. Análise dos Componentes Principais usando apenas as 20 variáveis mais informativas das espécies selecionadas. Indivíduos adultos em vermelho, jovens em preto.

É possível prever a identidade dos jovens com base nos adultos?

Análises baseadas na média das leituras espectrais por indivíduo e com todos os comprimentos de onda

A função discriminante baseada na média das 12 leituras por indivíduo e gerada apenas com os espectros dos adultos foi capaz de prever corretamente 41% das amostras dos juvenis, em média, sobre todas as espécies (Tabela 2). A função inversa, baseada nos juvenis e validada com os indivíduos adultos obteve uma probabilidade média maior de acerto de 62% (Tabela 2). Observamos que houve resultados muito discrepantes dentro da mesma espécie ou um resultado nulo, no caso de *Protium strumosum* que não obteve predição (0%) correta em ambos os modelos. Já sete espécies (43,7%) foram preditas corretamente em uma dos estádios ontogenéticos. Somente duas espécies foram preditas com 100% de acertos nos dois modelos, *Protium paniculatum* var. *riedelianum* e *Protium occultum*.

Tabela 2.: Resultado da análise discriminante baseada nas médias das 12 leituras por indivíduo. Porcentagem (%) de acerto para cada espécie.

Espécie	Modelo 1. Função gerada com adultos	Modelo 2. Função gerada com plântulas e juvenis
<i>Protium subserratum</i>	11	90
<i>Protium sagotianum</i>	9	100
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	100	75
<i>Protium hebetatum</i> forma A	15	89
<i>Protium hebetatum</i> forma B	36	0
<i>Protium altsonii</i>	100	9
<i>Protium grandifolium</i>	100	70
<i>Protium krukoffi</i>	60	61
<i>Protium guianense</i> _var. <i>guianense</i>	6	16
<i>Protium pallidum</i>	0	100
<i>Protium paniculatum</i> _var. <i>riedelianum</i>	100	100
<i>Protium paniculatum</i> _var. <i>nova</i>	0	46,6
<i>Protium strumosum</i>	0	0
<i>Protium occultum</i>	100	100
<i>Protium decandrum</i>	70	0
<i>Protium apiculatum</i>	58,8	100
Média de acerto (%) por modelo	41	62

Dada a alta discrepância na taxa de acerto entre espécies, foi conduzida uma reavaliação das identificações prévias das amostras, e constatou-se alguns erros de identificação. As amostras erroneamente identificadas foram reclassificadas e em alguns casos a espécie foi excluída devido a problemas mais sérios nas identificações ou redução drástica no número de amostras após a correção. As espécies excluídas foram *Protium guianense* var. *guianense*, *Protium strumosum* e *Protium altsonii*. No caso de *Protium guianense* var. *guianense*, as amostras dos indivíduos adultos eram de fato *Protium krukoffi*. Já para *Protium strumosum* e *Protium altsonii* havia uma mistura de mais de uma espécie nas amostras de plântulas, juvenis e adultos e não houve a confirmação exata das espécies envolvidas.

Após a reestruturação dos dados, geramos novamente as funções discriminantes, porém agora utilizando três conjuntos de dados: média das 12 leituras (abaxial + adaxial) por indivíduo; média das leituras da face adaxial por indivíduo e média das leituras da face abaxial por indivíduo. Para o modelo na qual a função discriminante é gerada com as amostras dos indivíduos adultos e validada com os juvenis (M1), a porcentagem de acerto manteve-se equilibrada entre os diferentes conjuntos de dados, variando de 48 a 57%. O mesmo ocorreu para a função discriminante baseada nos juvenis e validada com os adultos (M2), na qual o resultado variou de 75 a 76,3% de acerto. Para o modelo que inclui tanto jovens como adultos na função (M3), a média das probabilidades de acerto foi de 98% para os três conjuntos de dados (Tabela 3). Podemos perceber que de modo geral a média da face adaxial alcançou melhor desempenho nas predições (Tabela 3).

Como podemos observar na Tabela 3, os indivíduos adultos em grande parte foram preditos com 50% ou mais de acertos, com exceção de *Protium decandrum* e *Protium hebetatum* forma B. Já os indivíduos adultos de *Crepidospemum rhoifolium* somente obtiveram resultados acima de 50% de acertos quando usamos a média das leituras da face adaxial. Aproximadamente 30,7 % das espécies obtiveram 100% de acerto nas identificações nos três conjuntos de dados.

A grande maioria dos indivíduos jovens alcançou baixas taxas de acerto nas identificações. Somente três espécies (23%) obtiveram 100% de acerto quando utilizamos a média das 12 leituras ou média da face abaxial, e 38,4% das espécies obtiveram 100% de acerto quando utilizamos a média das leituras da face adaxial. Apenas *Protium pallidum* obteve resultado nulo na predição de amostras jovens, porém na fase adulta obteve 100% de acertos em todos os casos.

Duas espécies foram corretamente consistentemente preditas nas diferentes fases do desenvolvimento, *Protium occultum* e *Protium paniculatum* var. *riedelianum*, obtendo 100% de acertos em quase todos os casos. Em geral, as espécies foram preditas corretamente em somente uma fase do desenvolvimento, ou na fase jovem ou na fase adulta.

Constatamos que a maioria das amostras jovens preditas erroneamente foi classificada como *Protium hebetatum* forma B, *P. grandifolium* e *Crepidospermum rhoifolium*. No caso das amostras muito jovens, como as plântulas com altura < 10 cm, todas foram preditas como *Crepidospermum rhoifolium*, porém estas amostras foram produzidas a partir de sementes de adultos identificados e corretamente preditos pelo NIR e não pertencem a espécie *Crepidospermum rhoifolium*.

Tabela 3. Resultado da análise discriminante baseada na média das 12 leituras (Ad+Ab), média das leituras da face adaxial (Ad) e média das leituras da face abaxial (Ab). Porcentagem de acerto para cada espécie e porcentagem média para os modelos gerados com cada conjunto de dados.

Espécie	Modelo 1: Função gerada com adultos			Modelo 2: Função gerada com plântulas e juvenis			Modelo 3: Função gerada com diferentes estádios		
	Ad + Ab	Ad	Ab	Ad + Ab	Ad	Ab	Ad + Ab	Ad	Ab
<i>Protium subseratum</i>	11	33,3	33,3	80	70	80	100	100	100
<i>Protium sagotianum</i>	36	36,3	45,4	100	87,5	87,5	100	100	100
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	100	100	100	41	58,3	33,3	100	100	100
<i>Protium hebetatum</i> forma A	25	15	30	94,7	100	100	100	90,9	90,9
<i>Protium hebetatum</i> forma B	47	57	21	12,5	0	18,7	98	98	90
<i>Protium grandifolium</i>	80	100	100	70	50	70	75	100	75
<i>Protium krukoffi</i>	22	55,5	94,5	84,6	76,9	73	100	100	100
<i>Protium pallidum</i>	0	0	0	100	100	100	100	100	100
<i>Protium paniculatum</i> var. <i>riedelianum</i>	100	100	100	92,3	100	100	100	100	100
<i>Protium paniculatum</i> var. <i>nova</i>	66	100	58,3	69	92,3	69,2	100	100	100
<i>Protium occultum</i>	100	100	90	100	95	95	100	100	100
<i>Protium decandrum</i>	71	87,5	71	0	7,69	30,7	100	100	100
<i>Protium apiculatum</i>	66	50	58,3	100	100	100	100	100	100
Porcentagem média de acertos	48	57	55,8	76	75	76,3	98,6	98,4	98,6

Uma leitura espectral selecionada aleatoriamente

Utilizando apenas uma das 12 leituras por indivíduo, selecionada aleatoriamente, não houve melhoria significativa na capacidade de predição. No modelo (M1), o resultado foi similar aos encontrados anteriormente para a média das leituras baseadas em todos os comprimentos de onda (51% de acerto). O mesmo ocorreu para o modelo (M2), onde a média de acertos corretos permaneceu no entorno de 75% (Tabela 4). Para a grande maioria das espécies, a porcentagem de acertos com uma leitura selecionada aleatoriamente manteve-se similar aos resultados obtidos anteriormente com a média das 12 leituras (Tabela 4). No modelo (M1), três espécies obtiveram 100% de acertos, sendo elas *Crepidospermum rhoifolium*, *Protium grandifolium* e *P. paniculatum* var. *riedelianum*, cinco espécies obtiveram acertos superiores a 50%, e o restante obteve resultados inferiores a 50%. No modelo (M2), somente duas espécies alcançaram 100% de acertos, *Protium occultum* e *P. paniculatum* var. *nova*. Notamos também que a maioria das espécies, em torno de 77%, obteve uma taxa média igual ou superior a 70% de acertos para o modelo (M2), e *Protium hebetatum* forma B, *P. grandifolium* e *P. decandrum* obtiveram taxas de acertos inferiores.

Tabela 4. Resultado da análise discriminante utilizando um espectro selecionado aleatoriamente por indivíduo. Porcentagem (%) de acertos para cada espécie.

Espécie	Modelo 1: Função gerada com adultos	Modelo 2: Função gerada com plântulas e juvenis
<i>Protium subserratum</i>	11,1	70
<i>Protium sagotianum</i>	63,6	85,6
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	100	75
<i>Protium hebetatum</i> forma A	12,5	94,7
<i>Protium hebetatum</i> forma B	52,6	12,5
<i>Protium grandifolium</i>	100	20
<i>Protium krukofii</i>	47,2	75,7
<i>Protium pallidum</i>	0	80
<i>Protium paniculatum</i> var. <i>riedelianum</i>	100	73,3
<i>Protium paniculatum</i> var. <i>nova</i>	26,6	100
<i>Protium occultum</i>	98	100
<i>Protium decandrum</i>	85,7	65,3
<i>Protium apiculatum</i>	54,1	95,8

Para este conjunto de dados, foram geradas funções discriminantes com diferentes proporções de adultos e plântulas/juvenis na equação (Tabela 5). Podemos constatar com os resultados da Tabela 5 que quanto mais representantes de plântulas e juvenis estão presentes na função, melhor é o poder de predição dos jovens. O resultado do modelo 3, na qual 90% das amostras de plântulas e juvenis estão presentes na função, é muito superior (95% acerto) que o resultado encontrado no modelo 13 (42 % acerto), onde somente 1% dos jovens estão representados na função. Com apenas 20% de jovens presentes na amostra usada para gerar a função discriminante já é possível obter 80% de acerto nas identificações dos jovens.

Tabela 5. Resultados da análise discriminante utilizando um espectro aleatório por indivíduo. Porcentagem (%) de acerto encontrado para cada modelo gerado (100% adultos + % jovens) contendo todas as espécies analisadas.

Modelo:	
Porcentagem de amostras jovens utilizadas para gerar a função	Porcentagem média de acerto do modelo
Modelo 3: 100% adultos + 90% jovens	95
Modelo 4: 100% adultos + 80% jovens	93
Modelo 5: 100% adultos + 70% jovens	91
Modelo 6: 100% adultos + 60% jovens	87
Modelo 7: 100% adultos + 50% jovens	85
Modelo 8: 100% adultos + 40% jovens	85
Modelo 9: 100% adultos + 30% jovens	83
Modelo 10: 100% adultos + 20% jovens	80
Modelo 11: 100% adultos + 10% jovens	73
Modelo 12: 100% adultos + 5% jovens	46,5
Modelo 13: 100% adultos + 1% jovens	42

Análises baseadas na média das leituras espectrais por indivíduo e apenas as variáveis mais informativas

Vinte variáveis foram selecionadas com maior poder de discriminação dos grupos, independente do estádio, entre os comprimentos de onda 4103 a 4825 cm⁻¹ dentre os 1557 valores de absorbância. A capacidade de predição melhorou para o modelo (M1) nos três conjuntos de dados, mas piorou para os modelos (M2) e (M3). Podemos perceber que quando utilizamos as médias das 12 leituras (Ad + Ab) alcançamos os melhores resultados.

O modelo (M1) que utilizou a média das 12 leituras (Ad + Ab), obteve o melhor resultado, com média de 75% de identificações corretas dos jovens (Tabela 6). Apenas uma espécie (*P.*

sagotianum) teve menos que 60% de acertos nas identificações e a maioria (9 espécies) obteve 75% ou mais de acertos. No entanto, para o modelo (M2), a capacidade de predição foi reduzida nos três conjuntos de dados. Para as médias das leituras da face adaxial, a redução foi de 17% na capacidade de predição. O mesmo ocorreu para o modelo M3, para o qual a taxa de acertos passou de 98% para no máximo 96,6% em média (Tabela 6).

Com a utilização das variáveis mais informativas, as espécies aglomeraram-se mais e os grupos ficaram menos definidos, exceto para *Protium sagotianum* e *Protium subserratum*, na representação gráfica da função discriminante dos adultos (Figura 6). Na representação gráfica da função discriminante dos jovens, houve pouca sobreposição espacial das espécies. Em geral os grupos se apresentaram mais definidos em comparação ao gráfico dos adultos (Figura 7).

Tabela 6. Resultados da função discriminante com as 20 variáveis mais informativas e baseada nas média das 12 leituras (Ad+Ab), média das leituras adaxial (Ad) e média das leituras abaxial (Ab). Porcentagem (%) de acerto para cada espécie e porcentagem (%) média para os modelos gerados com os conjunto de dados.

Espécie	Modelo 1: Função gerada com adultos			Modelo 2: Função gerada com plântulas e juvenis			Modelo 3: Função gerada com diferentes estádios		
	Ad + Ab	Ad	Ab	Ad + Ab	Ad	Ab	Ad + Ab	Ad	Ab
<i>Protium subserratum</i>	88,8	100	66,6	50	80	10	100	100	100
<i>Protium sagotianum</i>	27	36,3	18,1	81,2	75	75	100	87,5	97,5
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	100	100	100	8,33	8,33	8,33	100	100	96
<i>Protium hebetatum</i> forma A	60	20	65	100	100	94,7	90,9	77	71
<i>Protium hebetatum</i> forma B	84,2	68,4	78,9	0	0	6,25	60	70	41
<i>Protium grandifolium</i>	100	100	100	30	20	30	87,5	100	75
<i>Protium krukoffi</i>	88,8	83,3	88,8	34,6	3,8	34,6	100	100	100
<i>Protium pallidum</i>	88,8	11,1	55,5	80	60	86,6	100	100	100
<i>Protium paniculatum</i> var. riedelianum	75	0	100	100	100	100	100	100	100
<i>Protium paniculatum</i> var. nova	66,6	58,3	91,6	92,3	84,6	53,8	100	100	85,7
<i>Protium occultum</i>	60	50	100	80	70	95	100	100	100
<i>Protium decandrum</i>	100	100	100	61	53,8	69,2	100	100	100
<i>Protium apiculatum</i>	75	100	33,3	91	95,8	83,3	100	100	100
Porcentagem média de acertos	75	60	73	64	58	60,8	96,6	94	96

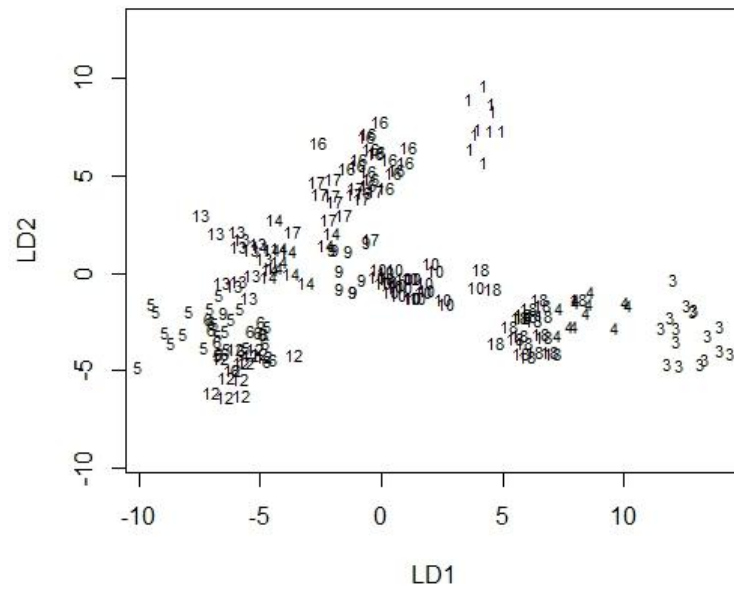


Figura 6.: Representação gráfica da função discriminante dos adultos com as médias da leituras (Ad + Ab) usando as 20 variáveis mais informativas. (1) *Protium subserratum*, (3) *P. sagotianum*, (4) *Crepidospermum rhoifolium*, (5) *P. hebetatum* forma A, (6) *Protium hebetatum* forma B, (9) *P. grandifolium*, (10) *P. krukoffi*, (12) *P. pallidum*, (13) *P. paniculatum* var. *riedelianum*, (14) *P. paniculatum* var. *nova*, (16) *P. occultum*, (17) *P. decandrum* e (18) *P. apiculatum*

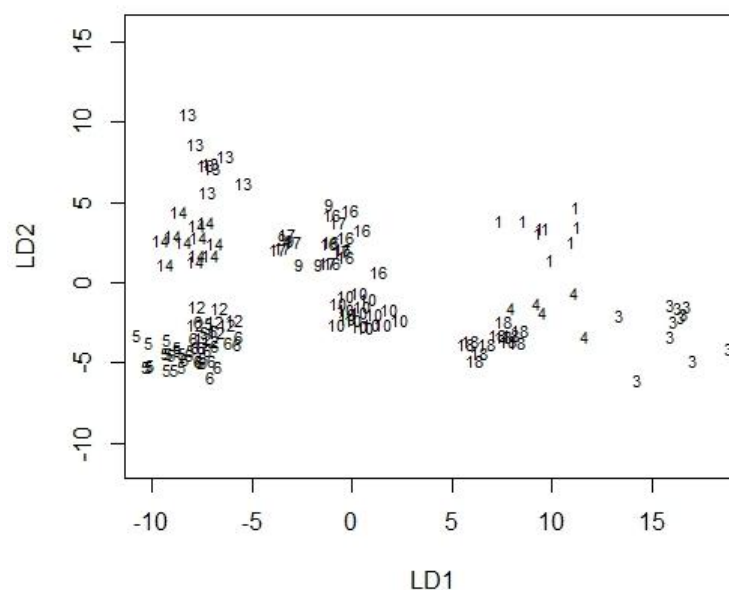


Figura 7.: Representação gráfica da função discriminante dos jovens com as médias da leituras (Ad + Ab) usando as 20 variáveis mais informativas. (1) *Protium suberratum*, (3) *P. sagotianum*, (4) *Crepidosperrum rhoifolium*, (5) *P. hebetatum* forma A, (6) *P. hebetatum* forma B, (9) *P. grandifolium*, (10) *P. krukoffi*, (12) *P. pallidum*, (13) *P. paniculatum* var. *riedelianum*, (14) *P. paniculatum* var. *nova*, (16) *P. occultum*, (17) *P. decandrum* e (18) *P. apiculatum*

Uma leitura espectral selecionada aleatoriamente por indivíduo e apenas com as variáveis mais informativas

Para uma leitura espectral selecionada aleatoriamente foram selecionadas 39 variáveis mais informativas entre os comprimentos de onda 4007.354 e 9974.029 cm^{-1} . Todos os modelos foram refeitos utilizando somente as 39 variáveis selecionadas. Para a maioria dos modelos não houve alteração significativa no resultado, obtidos anteriormente com todos os comprimentos de onda. Mas, no modelo (M1), o resultado aumentou 1,6% na média de acertos. Entretanto para o modelo (M2), a média de acertos corretos apresentou uma pequena queda de 1,7%, alcançando uma média de 73,1% de acertos. Para todos os modelos gerados com diferentes proporções de adultos e plântulas/juvenis na equação não houve alteração significativa, diferindo entorno de 1%, para mais ou para menos, dos resultados encontrados quando utilizamos todos os comprimentos de onda.

Por último, foram selecionadas 120 variáveis pelo método Stepwise, entre os comprimentos de onda 3999 a 5222 cm^{-1} dentre os 1557 valores de absorbância que melhor separam estádios ontogenéticos. O intuito da análise foi averiguar se estas variáveis influenciariam a predição correta das espécies. Para examinarmos se houve influência na predição, excluimos estas 120 variáveis mais informativas para estágio, restando assim 1437 valores de absorbância. Repetimos os modelos gerados anteriormente para os diferentes conjuntos de dados com os 1437 valores de absorbância, mas não foi constatado alteração significativa nos resultados, indicando que neste caso estas variáveis não influenciaram na predição correta das espécies.

Variabilidade espectral em jovens e adultos

As figuras 8 e 9 ilustram a distribuição das espécies ao longo dos eixos da função discriminante baseada nas leituras espectrais. Podemos notar que a maioria das espécies ficou bem distribuída, formando grupos bem definidos no espaço. No gráfico da função discriminante dos jovens podemos observar que houve uma aproximação espacial para algumas espécies, como *Protium grandifolium*, *P. decandrum* e *P. occultum*, ou formaram um grupo, como *Protium hebetatum* forma A e *P. hebetatum* forma B. Na figura 9 podemos perceber dois grupos espacialmente aglomerados, um composto pelas espécies *P. hebetatum* forma A, *P. hebetatum* forma B e *P. pallidum* e outro grupo formado pelas espécies *P. occultum* e *P. subserratum*. Contudo vale salientar que o universo amostral é multivariado e está sendo representado por dois eixos.

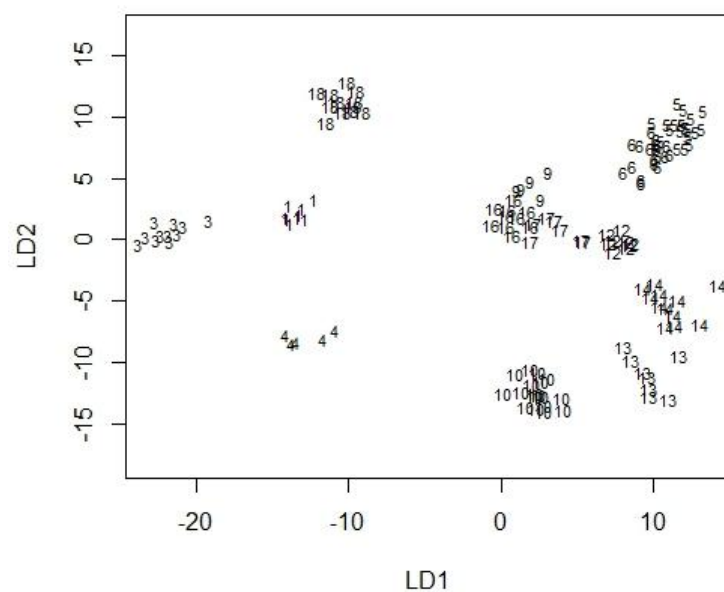


Figura 8.: Representação gráfica da função discriminante baseada nos indivíduos juvenis. (1) *Protium suberratum*, (3) *P. sagotianum*, (4) *Crepidospermum rhoifolium*, (5) *P. hebetatum* A, (6) *P. hebetatum* B, (9) *P. grandifolium*, (10) *P. krukoffi*, (12) *P. pallidum*, (13) *P. paniculatum* var. *riedelianum*, (14) *P. paniculatum* var. *nova*, (16) *P. occultum*, (17) *P. decandrum* e (18) *P. apiculatum*

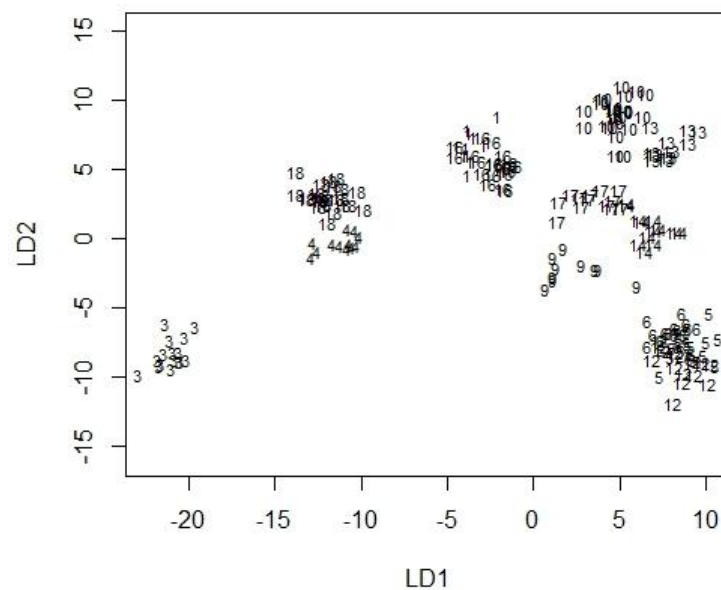


Figura 9.: Representação gráfica da função discriminante baseada nos indivíduos adultos. (1) *Protium subserratum*, (3) *P. sagotianum*, (4) *Crepidospermum rhoifolium*, (5) *P. hebetatum* A, (6) *P. hebetatum* B, (9) *P. grandifolium*, (10) *P. krukoffi*, (12) *P. pallidum*, (13) *P. paniculatum* var. *riedelianum*, (14) *P. paniculatum* var. *nova*, (16) *P. occultum*, (17) *P. decandrum*, (18) *P. apiculatum*

Discussão

É possível identificar jovens com base nos espectros de adultos?

Neste estudo mostramos que é possível identificar jovens de espécies arbóreas com base nas assinaturas espectrais de adultos das mesmas espécies, embora o nível de acerto obtido ainda não seja tão alto como se observa quando as identificações são feitas dentro do mesmo estágio ontogenético. Obtivemos uma média, sobre todas as espécies, de 75% de acertos nas identificações dos jovens quando as equações discriminantes foram construídas com os comprimentos de onda mais informativos. A maior parte das espécies foi bem predita (75-100% de identificações corretas) e apenas três espécies tiveram predições ruins (27-60%).

Nós testamos diferentes combinações de dados para gerar as equações discriminantes (média das 12 leituras (adaxial+abaxial) por indivíduo, média das seis leituras da face abaxial ou face adaxial, uma leitura aleatória por indivíduo e seleção de comprimentos de onda mais informativos), e destes a melhor combinação foi obtida com a seleção de comprimentos de

onda mais informativos com base na média das 12 leituras por indivíduo. Tínhamos a expectativa de que uma leitura aleatória por indivíduo pudesse fornecer predições mais acuradas, dada a chance de que nas várias leituras da mesma folha algumas pudessem ter contaminações que afetariam o padrão espectral. Entretanto, não houve melhoria na taxa de acerto com este procedimento, e parece que a média é uma forma mais eficaz de neutralizar possíveis variações locais das folhas. A face adaxial da folha forneceu melhores predições na maioria das espécies, mas o resultado foi inverso para as outras, e portanto o uso da média parece realmente que funciona melhor para o conjunto das espécies.

A seleção de comprimentos de onda indicou que para a média das leituras a região mais informativa do espectro do FT-NIR está no intervalo de 4000 a 5000 cm^{-1} . Intervalo semelhante foi relatado no estudo de Durgante *et al.* (2013), onde a região mais informativa do espectro correspondeu aos comprimentos de onda de 4000 a 6000 cm^{-1} . Esta região está relacionada à presença de carboidratos como celulose, lignina e polissacarídeos (Workman e Weyer 2007), compostos que estão relacionados com a estrutura da parede celular vegetal (Gorshkova *et al.* 2010).

Na primeira rodada de análises obtivemos taxas de acerto dos jovens baixas para nove espécies. A alta incongruência entre espécies com 100% de acerto e outras com 0 a 60% sugeriu que o problema poderia ser na identificação prévia das amostras, e não na análise espectral. Pedimos então a dois especialistas que revisassem as identificações, sem dizer a eles quais espécies haviam sido mal preditas. Os especialistas identificaram três espécies com problemas de identificação, sendo que duas destas haviam obtido 0 e 6% de identificação correta respectivamente. A eliminação destas espécies do conjunto de dados usado na construção da função discriminante elevou as taxas de acerto para a maioria das espécies. Estes resultados sugerem que a espectroscopia pode, além de prever a identidade de amostras, também auxiliar a detecção de erros de identificação ou até casos onde a própria definição de espécies precisa ser revista. *Protium* é reconhecido como um gênero com vários complexos de espécies (Daly *et al.* 2012), muitas vezes agrupados sob um mesmo nome devido a alta similaridade morfológica (Gomes *et al.* 2012), e a persistência de espécies com baixa taxa de acerto no conjunto final pode ser indicativo desta situação. Outra possibilidade é que ainda persistam identificações incorretas em nosso conjunto de amostras, embora a revisão cuidadosa por especialistas nos faça acreditar que não seja este o caso. Idealmente, apenas plântulas produzidas com sementes de adultos bem identificados deveriam ter sido usadas, o que não foi possível neste estudo, mas deve ser tentado em estudos futuros.

Nosso estudo apontou que os melhores modelos para prever espécies em estágio ontogenético inicial são modelos que contenham dados espectrais de jovens e adultos. Constatamos que quanto maior o número de amostras de jovens no modelo preditor, maior será a porcentagem de acerto. Nosso melhor resultado indicou 98,6% de identificação correta das espécies, independente do estágio ontogenético, quando utilizamos a média das leituras e todo o espectro FT-NIR (4000 a 10.000 cm^{-1}) para o modelo gerado com amostras de adultos e jovens em proporções iguais. Para este caso a seleção de variáveis não melhorou o modelo. Com isso, podemos inferir que modelos que contenham amostras de jovens na função discriminante, em altas proporções, são mais eficientes na predição de espécies em estágio inicial do desenvolvimento, pois conseguem captar melhor toda uma possível variabilidade espectral.

Estes resultados são comparáveis a outros estudos já realizados envolvendo taxonomia botânica no FT-NIR. Trabalhos prévios obtiveram 100% de acerto na discriminação de folhas de *Eucalyptus globulus* Labill e de *Eucalyptus nitens* Maiden (Castillo *et al.*, 2008) e taxas que variaram de 84 a 92% com espécies de *Ephedra* no FT-NIRs (Fan *et al.* 2010). Durgante *et al.* (2013) encontraram uma taxa superior a 96% de identificações corretas para 10 espécies amazônicas da família Lecythidaceae. Outros estudos também obtiveram resultados satisfatórios utilizando a FT-NIR na discriminação de espécies. O trabalho de Maree e Viljoen (2011) indicou que a espectroscopia do FT-NIR (próximo) e FT-MIR (médio) pode ser usada para discriminar espécies estreitamente relacionadas. A espectroscopia do FT-IR também mostrou-se promissora na discriminação de espécies de plantas com flores e suas variedades (Kim *et al.* 2004).

Potenciais causas das diferenças espectrais entre jovens e adultos

Nosso estudo apontou que a FT-NIR é capaz de diferenciar estádios ontogenéticos, pois encontramos uma taxa de 99,9% de acertos na separação entre adultos e jovens. O estudo de Guo *et al.* (2009) demonstrou que através da espectroscopia do infravermelho próximo é possível distinguir folhas frescas de folhas deixadas três dias em condições naturais.

As diferenças espectrais entre jovens e adultos podem ser consequência da morfologia, anatomia e química distintas. Folhas de diferentes estádios podem apresentar mudanças na intensidade e posição das bandas de absorção devido ao grau de cutinização e presença de

polissacarídeos (Luz, 2006). Folhas são complexas assembleias de compostos orgânicos e devido a isto, era esperado que exibissem respostas espectrais distintas. Durgante *et al.* (2013) também relataram que folhas jovens podem apresentar assinaturas espectrais diferentes de folhas maduras devido a diferenças na parede celular, como a proporção de componentes químicos, tais como polissacarídeos, proteínas e substâncias fenólicas, podem sofrer significativas mudanças ao longo da vida da planta (Raven, 2001; Dhugga, 2001). Neste estudo, um espécime de *Eschweilera amazoniciformis* foi predito erroneamente na maioria das análises, por apresentar folhas mais delgadas (jovens) em comparação aos outros espécimes da espécie utilizados no estudo (Durgante *et al.* 2013). Abasolo *et al.* (2013) utilizaram a espectroscopia FT-NIR para discriminar híbridos de plântulas de *Corymbia* com idades de 4 e 8 meses, e encontraram resultados mais confiáveis para as plântulas mais velhas do que para as plântulas mais jovens. No trabalho, eles atribuem essa diferença às mudanças químicas ocorridas durante o desenvolvimento ontogenético no intervalo de quatro meses entre os grupos estudados.

Ao longo da ontogenia, mudanças profundas das folhas podem ser observadas. Em geral folhas de indivíduos jovens apresentam uma lâmina mais maleável, translúcida e com as estruturas ainda em formação em comparação às folhas de indivíduos maduros (Andreatta e Pereira 1990). As folhas de plântulas/juvenis são também menos espessas e ainda apresentam concentrações mais baixas de nitrogênio, celulose e hemicelulose do que as folhas de indivíduos maduras, mas em compensação, apresentam maior concentração de lignina (Mediavilla *et al.*, 2013). É bem conhecido que o tamanho, forma foliar (Dang-Le, *et al.*, 2013; Ishida *et al.*, 2005), fenologia (Mediavilla e Escudero, 2009), fotossíntese e estratégias de uso da água (Cavender-Bares e Bazzaz, 2000) são afetadas pela ontogenia. Assim como a coloração das folhas pode mudar durante o processo ontogenético. Essa mudança já foi relatada para *Protium hebetatum*, que apresenta inicialmente folhas de coloração avermelhada tornando-se verde com o desenvolvimento (Melo *et al.* 2007).

Diversos simbiontes, parasitas e epífilas podem ser encontrados nos tecidos vegetais (Frago *et al.* 2012; Uchitel *et al.* 2011), e estes poderiam modificar as assinaturas espectrais. Ao longo do desenvolvimento as plantas são cumulativamente contaminadas por outras espécies, tanto interna como externamente (Jones e Dangl, 2006; Cabral *et al.* 1993; Estrada *et al.* 2014). Plantas mais jovens devem ser mais isentas de contaminação que as plantas mais velhas, o que também poderia ser uma das causas da diferença no sinal espectral de jovens e adultos. Os gráficos das funções discriminantes baseadas apenas em amostras de jovens

mostram sempre maior separação das espécies que os gráficos de adultos, o que sugere alguma convergência entre estes, que poderia ser dada pela contaminação biótica.

Todos estes fatores poderiam influenciar a resposta espectral de algumas espécies em diferentes estádios ontogenéticos, porém não há estudos prévios que comprovem tal influência. Segundo Mediavilla *et al.* (2013) não há análises detalhadas se as alterações morfológicas e químicas que ocorrem nas folhas entre as diferentes fases de crescimento ocorrem igualmente nas espécies. Isto poderia explicar porque algumas espécies utilizadas no trabalho, como *Protium paniculatum* var. *riedelianum*, parecem não apresentar diferenças espectrais entre os estádios, e o contrário ocorre para *Protium pallidum*. Estudos futuros relacionando a composição química e o padrão espectral das espécies ao longo do desenvolvimento poderão nos ajudar a entender a origem das diferenças e portanto a generalidade dos padrões observados aqui.

Relações filogenéticas na resposta espectral

As espécies selecionadas para o trabalho são estreitamente relacionadas. Segundo Daly, 1989; Harley e Daly, 1996, a tribo Protieae, na qual o gênero *Protium* e *Crepidospermum* estão incluídos, juntamente com o gênero *Tetragastris*, são gêneros de difícil identificação levando em conta somente caracteres morfológicos devido à similaridade entre eles.

Nossos resultados mostraram que a grande maioria de amostras de plântulas e juvenis do gênero *Protium* que foram preditas erroneamente no modelo gerado pelos adultos foram classificadas como *Crepidospermum rhoifolium*, mesmo as poucas cultivadas a partir de adultos identificados, indicando alguma semelhança na resposta espectral. Segundo Fine *et al.* (2005), *Crepidospermum* é um clado bem consistente, porém evidências atuais indicam que este gênero está aninhado dentro do gênero *Protium* (Daly *et al.* 2012), e provavelmente será extinto após uma próxima revisão. Este fato pode ser uma possível explicação para a discriminação incorreta de algumas amostras de jovens. Possivelmente a espécie *Crepidospermum rhoifolium* apresente alguma característica morfológica e/ou química em comum com os indivíduos jovens do gênero *Protium* que acarrete em uma resposta espectral convergente ou similar. Já outras poucas amostras de jovens foram classificadas erroneamente como *Protium hebetatum* forma B ou *Protium grandifolium*. Segundo a filogenia apresentada por Daly *et al.* (2012), foi observado que algumas das amostras utilizadas no trabalho estão

presentes no estudo e se apresentam espalhadas na filogenia, algumas inclusive, como *Protium sagotinanum* e *Protium apiculatum* que tiveram amostras preditas como *Crepidosperrum rhoifolium*, que se encontram em seções bem distintas do gênero. Já *Protium pallidum* e *Protium krukoffi* que tiveram suas amostras jovens preditas como *Protium hebetatum* pertencem a clados distintos de *P. hebetatum*, porém possuem um ancestral comum bem consistente.

Há ainda muitos desafios para a família Burseraceae que não foram completamente elucidados pela filogenia molecular até o momento (Daly *et al.* 2012). Estudos futuros envolvendo filogenia molecular e espectroscopia do FT-NIR poderiam desembaraçar os complexos de espécies encontrados para a família Burseraceae, especialmente para o gênero *Protium*.

Conclusão

A técnica da espectroscopia do infravermelho próximo (FT-NIR) mostrou-se uma importante ferramenta de taxonomia, que pode alavancar o conhecimento sobre a flora amazônica, assim como uma ferramenta capaz de elucidar falhas em identificações botânicas prévias.

Esperamos que em um futuro próximo seja possível a criação de uma biblioteca de dados espectrais abrangendo diferentes estádios ontogenéticos. É de extrema importância padronizar as identificações e priorizar amostras identificadas por especialistas, a fim de garantir a qualidade do banco espectral. A criação de um banco de dados espectral representaria um grande passo para a taxonomia, auxiliando a identificação de espécies, principalmente provenientes de material estéril e de diferentes estádios ontogenéticos, como plântulas.

Vale ressaltar também que as amostras de indivíduos jovens, exceto um número irrisório, utilizadas no trabalho não foram cultivadas a partir de adultos identificados sendo assim, seria de grande valia averiguar se plantas produzidas gerariam resultados similares aos encontrados neste estudo, assim como fazer uma complementação gerada por uma análise química foliar.

Com os resultados encontrados no trabalho constatamos que a FT-NIR tem um elevado potencial na identificação de espécies, mesmo em diferentes estádios ontogenéticos, no entanto fica clara a necessidade de captar toda a variação espectral dentro da espécie e de

suas peculiaridades associadas com os estádios ontogenéticos. O primeiro passo foi dado, porém é necessário se aprofundar mais na técnica aqui proposta e principalmente aprofundar o conhecimento das características intrínsecas das espécies e assim podermos aprimorar o seu uso na identificação de espécies de plantas, inclusive em estádios iniciais do desenvolvimento.

Referências bibliográficas

Abasolo M.; Lee, D. J.; Raymond, C.; Meder, R.; Shepherd, M. 2013. Deviant near-infrared spectra identifies *Corymbia* hybrids. *Forest Ecology and Management*.304: 121-131.

Acuna, M.A., Murphy, G. E. 2006. Use of near infrared spectroscopy and multivariate analysis to predict wood density of Douglas-fir from chain saw chips. *Forest Products Journal*. 56: ABI/INFORM Global. pg. 67.

Andreato, R.H.P., Pereira, T.S. 1990. Morfologia das plântulas de algumas espécies de *Smilax* L. *Pesqui. Bot.* 41:7-24.

Barthès, B. G.; Brunet, D.; Rabary, B.; Ba, O.; Villenave, C. 2011. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) could be used for characterization of soil nematode community. *Soil Biology & Biochemistry*. 43: 1649-1659.

Cabral, D.; Stone, J. K; Carrol, G. C. 1993. The internal mycobiota of *Juncus* spp.: microscopic and cultural observations of infection patterns. *Mycol. Res.* 97 (3): 367-376.

Camargo, J. L.C.; Ferraz, I. D. K.; Mesquita, M. R.; Santos, B. A.; Brum, H. D.2008.Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia. Editora INPA, Manaus, Brasil. 168p.

Castillo, R.; Contreras, D.; Freer, J.; Ruiz, J; Valenzuela, S. 2008. Supervised pattern recognition techniques for classification of *Eucalyptus* species from leaves NIR spectra. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 53 (4): 1709- 1713.

Cavender-Bares, J.,Bazzaz, F. A. 2000. Changes in drought response strategies with ontogeny in *Quercus rubra*: implications for scaling from seedlings to mature trees. 2000. *Oecologia*. 124: 8-18.

- Chen, Y.; Xie, M.; Yan, Y.; Zhu, S.; Nie, S.; Li, C.; Wang, Y.; Gong, X. 2008. Discrimination of *Ganoderma lucidum* according to geographical origin with near infrared diffuse reflectance spectroscopy and pattern recognition techniques. *Analytica Chimica Acta* 618:121–130.
- Durgante, F. M.; Higuchi, N.; Almeida, A.; Vicentini, A. 2013. Species Spectral Signature: Discriminating closely related plant species in the Amazon with Near-Infrared Leaf-Spectroscopy. *Forest Ecology and Management*. 209: 240-248.
- Estrada, C.; Rojas, E. I.; Wcislo, W. T.; Van Bael, S. A. 2014. Fungal endophyte effects on leaf chemistry alter the in vitro growth rates of leaf-cutting ants' fungal mutualist, *Leucocoprinus gongylophorus*. *Fungal Ecology*, 8: 37- 45.
- Fan, Q.; Wang, Y. Sun, P.; Liu, S.; Li, Y. 2010. Discrimination of *Ephedra* plants with diffuse reflectance FT-NIRS and multivariate analysis. *Talanta*, 80:1245- 1250.
- Fernández, J. I. R. 2008. Coenosiini neotropicais (Muscidae: Diptera): Taxonomia, filogenia e contribuição da Espectrometria no infravermelho próximo. Tese de doutorado, UFPR, Curitiba, Paraná, BR.
- Foley, W. J.; McIlwee, A.; Lawler, I.; Aragonés, L.; Woolnough, A.P.; Berding, N. 1998. Ecological applications of near infrared reflectance spectroscopy- a tool for rapid, cost-effective prediction of the composition of plant and animal tissues and aspects of animal performance. *Oecologia*, 116: 293-305.
- Frago, E.; Dick, M.; Godfray, H. C. J. 2012. Insect symbionts as hidden players in insect-plant interactions. *Trends in Ecology and Evolution*, 27 (12): 706 – 711.
- Gates, D.M.; Keegan, H.J.; Schleter, J.C.; Weidner, V. R. 1965. Spectral properties of plants. *Applied Optics*, 4(1): 11-20.
- Gomes, A. C. S.; Andrade, A.; Barreto-Silva, J. S.; Brenes-Arguedas, T.; López, D. C.; Freitas, C.C. de.; Lang, C.; Oliveira, A. A. de.; Pérez, A. J.; Perez, R.; Silva, J. B. da.; Silveira, A. M. F.; Vaz, M. C.; Vendrami, J.; Vicentini, A. 2012. Local plant species delimitation in a highly diverse Amazonian forest: do we all see the same species? *Journal of Vegetation Science*. Doi: 10.1111/j. 1654-1103.2012.01441.x

- Guo, T.; Guo, L.; Wang, X.; Li, M. 2009. Application of NIR Spectroscopy in Classification of Plant Species. *First International Workshop on Education Technology and Computer Science*, 1-5.
- Hauksson, J. B.; Bergqvist, G.; Bergsten, U.; Sjöström, M.; Edlund, U. 2001. Prediction of basic wood properties of Norway spruce. Interpretation of Near Infrared Spectroscopy data using partial least squares regression. *Wood Science and Technology*, 35: 475-485.
- Hopkins, M. J. G. 2005. Flora da Reserva Ducke. *Rodriguésia*, 56: 9–25. Amazonas, Brasil.
- Hubbell, S.P.; He, F.; Condit, R.; Borda-de-Agua, L.; Kellner, J.; ter Steege, H. 2008. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105: 11498–11504.
- Jones, J. D. G.; Dangl, J. L. 2006. The plant immune system. *Nature*, 444: 323-329.
- Jurado-Expósito, M.; López-Granados, F.; Atenciano, S.; García-Torres, L.; González-Andújar, J. L. 2003. Discrimination of weed seedlings, wheat (*Triticum aestivum*) stubble and sunflower (*Helianthus annuus*) by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Crop Protection*. 22: 1177–1180.
- Kim, S. W.; Ban, S. H. Chung, H.; Cho, S. Chung, H. J.; Choi, P.S.; Yoo, O. J. Liu, J. R. 2004. Taxonomic discrimination of flowering plants by multivariate analysis of Fourier transform infrared spectroscopy data. *Plant Cell Reports*, 23: 246-250.
- Krajsek, S.S.; Buh, P.; Zega, A.; Kreft, S. 2008. Identification of herbarium whole-leaf samples of *Epilobium* species by ATR-IR spectroscopy. *Chemistry and Biodiversity*, 5: 310–317.
- Li, B.; Wei, Y.; Duan, H.; Xi, L.; Wu, X. 2012. Discrimination of the geographical origin of *Codonopsis pilosula* using near infrared diffuse reflection spectroscopy coupled with random forests and k-nearest neighbor methods. *Vibrational Spectroscopy*. doi:10.1016/j.vibspec.2012.05.001
- Luginbuhl, W.; Jimeno, J.; Zehntner, U. 2006. Identification of seven species of the *Lactobacillus acidophilus* group by FT-IR spectroscopy. *LWT*, 39: 152–158.

- Luz, B. R. 2006. Attenuated total reflectance spectroscopy of plant leaves: a tool for ecological and botanical studies. *New Phytologist*, 172: 305–318.
- Maree, J.E.; Viljoen, A.M. 2011. Fourier transform near- and mid-infrared spectroscopy can distinguish between the commercially important *Pelargonium sidoides* and its close taxonomic ally *P. reniforme*. *Vibrational Spectroscopy*, 55: 146–152.
- Melo, M. F. F.; Macedo, S. T.; Daly, D. C. 2007. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de nove espécies de *Protium* Burm. f. (Burseraceae) da Amazônia Central, Brasil. *Acta bot. bras*, 21(3): 503-520.
- Mori, S. A. Cunha, N. L. 1995. The Lecythidaceae of a Central Amazonian Moist Forest. *The New York Botanical Garden*, Bronx, New York, 60 p.
- Nelson, B. W.; Ferreira, C. A. C.; Silva, M. F. da; Kawasaki, M. L. 1990. Endemism centres, refugia and botanical collection density in Brazilian Amazonia. *Nature*, 345(6277): 714 – 716.
- Newey, P. S.; Robson, S. K. A.; Crozier, R. H. 2008. Near-infrared spectroscopy as a tool in behavioural ecology: a case study of the weaver ant, *Oecophylla smaragdina*. *Animal Behaviour*, 76: 1727-1733.
- Pasquini, C. 2003. Near Infrared Spectroscopy: fundamentals, practical aspects and analytical applications. *Journal of Brazilian Chemical Society*, 14(2): 198-219.
- PELD, Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, Sítio 1: Floresta Amazônica – Manaus (<http://peld.inpa.gov.br/sitios/ducke>). Acesso: 22/01/2014.
- Pitman, N. C. A.; Terborgh, J. W.; Silman, M. R.; Nunez, P. V.; Neill, D. A.; Cerón, C. E.; Palacios, W. A.; Aulestia, M. 2001. Dominance and distribution of trees species in upper amazonian terra firme forests. *Ecology*, 82(8): 2101–2117.
- Ponzoni, F. J. 2002. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: diagnosticando a mata atlântica. *INPE* – 8984 – PUD/62, 8:1-28.
- Raven, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. 2001. *Biologia Vegetal*, 6ªed. Coord. Trad. J.E.Kraus. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Schwanninger ,M.; Hinterstoisser ,B.; Gierlinger ,N.; Wimmer, R.; Hanger, J. 2004. Application of Fourier Transform Near Infrared Spectroscopy (FT-NIR) to thermally modified wood. *Holz Roh Werkst.* 62:483–485.

Terdwongworakul, A.; Punsuwan, V.; Thanapase, W.; Tsuchikawa, S. 2005. Rapid assessment of wood chemical properties and pulp yield of *Eucalyptus camaldulensis* in Thailand tree plantations by near infrared spectroscopy for improving wood selection for high quality pulp. *J Wood Sci.* 51:167–171.

Uchitel, A.; Omacini, M.; Chaneton, E. J. 2011. Inherited fungal symbionts enhance establishment of an invasive annual grass across successional habitats. *Oecologia.* 165: 465 – 475.

Valentini, A.; Pompanon, F.; Taberlet, P. 2009. DNA barcoding for ecologists. *Trends in Ecology and Evolution*, 24: 110–117.

Williams, B. K. Titus, K. 1988. Assessment of sampling stability in ecological applications of discriminant analysis. *Ecology*, 69: 1275-1285.

Apêndice

1 – Lista dos indivíduos utilizados para análise da espectroscopia do infravermelho próximo (NIR).

ID	Reserva	Família	Gênero	Espécie	Var/ forma	Det	Estádio
H5 - 85	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
N1-D-62	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
H5-1	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
Km 41-323	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
Km 41-112	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
L46-FI245	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
D11-49-86	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
I9-196	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
H5-68	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
D-473	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
N3 – 20	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
E 51-204	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>			Juvenil
1103_33	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
1113_17	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
1202_492	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
1301_1006	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
1301_2410	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
1301_4008	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
1301_4725	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
1301_5383	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
1302_1882	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
2206_703	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
2303_24	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3114_149	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3209_1089	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3209_236	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3304_2760	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3304_3391	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3304_6225	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3402_4218	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3402_437	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
3402_795	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Daly, D	Adulto
CL008	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>altsonii</i>		Andrade, A	Adulto
L47-FI 289	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
A49-FI 170	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
G1-D110	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
H12-P206	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
I1-28	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
C14-364	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
04-D-67	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
M6-33	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
A12-FI7	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
Km 41-35	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
Km41-280	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
D11-131	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>			Juvenil
1101_465	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1101_61	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1104_714	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1113_637	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1202_7068	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1202_7470	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
ID	Reserva	Família	Gênero	Espécie	Var/	Det	Estádio

forma							
1202_793	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1301_1201	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1301_5737	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1301_5789	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1301_1637	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1302_1756	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1302_2155	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1302_4130	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
2107_216	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
2206_3773	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
2303_8039	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
2303_8378	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
3209_2964	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
3209_3024	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
1302_3332	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
3209_5856	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
3304_8162	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i>		Daly, D	Adulto
E 51-F1188	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
P9-155	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
L5-45	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
E51-208	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
M6-31	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
H12-4	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
D-441	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
J13-D-221	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
D-11-24	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>			Juvenil
1202_267	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
1202_2923	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
1202_1129	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
1202_417	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
1301_1199	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
1301_3924	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
1301_4617	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
1301_6227	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
1302_1939	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
3209_2925	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
2206_3643	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
3304_5594	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
3304_8477	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>decandrum</i>		Daly, D	Adulto
N11-D50	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>			Juvenil
P62	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>			Juvenil
Km 41-236	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>			Juvenil
Km41-183	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>			Juvenil
Km41-164	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>			Juvenil
Km41-166	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>			Juvenil
Km41-181	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>			Juvenil
1201_2355	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
1202_1732	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
1301_104	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
1302_1556	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
2206_4420	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
2303_8941	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
2303_8952	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
2303_8977	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
2303_8979	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
3304_8147	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>grandifolium</i>		Laurance, S	Adulto
E-14-P24	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
D11-67	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
A-3-P90	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
P5-112	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
K11-P166	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
C15-24	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
C15-9	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
ID	Reserva	Família	Gênero	Espécie	Var/	Det	Estádio

					forma		
C15-8	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
C15-3	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
H12-1	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
H12-14	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
M6-19	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
H4-36	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
Km41-62	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
E51-F1200	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>		Juvenil
1301_2109	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
1301_3605	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
2107_530	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
2303_27	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
2303_3821	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
3114_440	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
3209_1710	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
3304_4495	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
3304_6444	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
3402_1654	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
3402_3914	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
3402_3914	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
3402_4454	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>guianensis</i>	<i>guianensis</i>	Daly, D	Adulto
E14-P20	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
F-5-P71	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
P9-139	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
H5-10	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
D11-11	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
M6-9	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
G-286	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
H4-G11	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
M14-G277	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
C37-F1113	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
K11-F145	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
A12-F126	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
C14-D388	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
H6-D-107	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
G1-D-71	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
Km41-343	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
Km41-63	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
Km41-14	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
CL 021	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
Cl 011	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A		Juvenil
CL 011	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Andrade,A	Adulto
CL013	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Andrade,A	Adulto
6962	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Andrade,A	Adulto
CL001	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Andrade,A	Adulto
CL021	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Andrade,A	Adulto
CL027	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Andrade,A	Adulto
CL 023	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Andrade,A	Adulto
1301_2586	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
1301_625	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
1301_3624	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
1301_4471	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
1301_2703	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
1113_178	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
1113_525	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
3402_765	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
3402_867	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
3402_272	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
1302_1876	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
1202_1098	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma A	Daly, D	Adulto
N11-G 50	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
E13- G 296	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
H4-642	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
ID	Reserva	Família	Gênero	Espécie	Var/	Det	Estádio

forma							
H5-45	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
M6-22	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
N3-14	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
P53	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
E14-P10	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
A-3 P-80	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
C14-429	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
J13-D-313	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
04-D-16	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
K11-84	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
A12-Fl8	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
C37-Fl95	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
Km41-176	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
Km41-31	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
Km 41-265	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B		Juvenil
CL 024	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	Andrade, A	Juvenil
CL 024	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	Andrade, A	Adulto
CL 025	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	Andrade, A	Adulto
1302_986	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1301_343	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1301_5416	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1301_3288	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1301_3888	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
3402_2002	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1302_3688	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1302_4010	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1302_4005	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
2206_654	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1301_3060	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
2206_720	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1301_2813	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
1301_4872	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i>	forma B	D. Daly	Adulto
P102	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
M14-330	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
L5-40	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
P105	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
P200	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
E-13-193	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
E-13-196	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
P15-382	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
N11-257	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
D11-133	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
D11-167	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
D11-175	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
L46-271	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
295	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
Km 41-282	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
A12-Fl27	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
Fl 88	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
C37-Fl 127	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>			Juvenil
1101_197	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1101_222	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1101_334	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1103_712	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1202_6248	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1202_6562	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1202_7064	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1301_6191	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1301_6343	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1301_3753	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
1302_4407	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
2107_727	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
3304_6623	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>krukoffi</i>		D. Daly	Adulto
ID	Reserva	Família	Gênero	Espécie	Var/	Det	Estádio

					forma		
3402_4532	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>kruckoffi</i>		D. Daly	Adulto
B49-F1157	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
N11-239	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
H12-11	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
E14-P28	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
04-D27	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
L47-F1282	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
L46-F1237	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
P13-341	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
P5-97	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
83	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>			Juvenil
1101_51	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
1202_3655	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
1202_4672	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
1202_931	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
1301_2680	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
1301_4103	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
1302_852	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
2107_812	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
2206_1159	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
2206_3548	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
2303_2862	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
3114_5	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
3209_1748	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
3209_2737	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
3304_1489	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
3304_5002	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
3304_6346	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
3304_8004	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
3402_800	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>occultum</i>		D. Daly	Adulto
N11-89	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
P5-95	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
J9-P195	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
P5-P96	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
A3-P81	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
F5 P64	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
E14 – P26	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
E14 – P3	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
C14 - 357	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>			Juvenil
2107_745	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
2206_1215	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
2206_3631	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
2303_4465	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
2303_6256	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
2303_8255	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
2303_8673	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
2303_8714	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
3209_1051	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
3209_422	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
3209_5889	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
3304_8021	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
3304_8416	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
3304_8538	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
3304_8568	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pallidum</i>		D. Daly	Adulto
L46-FL235	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
K11-FL 75	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
04-D-6	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
04-D-8	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
J13-D-252	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
J13-D-190	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
J13-D-127	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
J13-D-206	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
J13-D-135	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova		Juvenil
ID	Reserva	Família	Gênero	Espécie	Var/	Det	Estádio

forma						
J13-D-150	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Juvenil
P15-G483	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Juvenil
DM-G155	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Juvenil
1101_238	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1102_69	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1103_305	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1104_731	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1105_646	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1201_796	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1202_7156	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1301_3453	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1302_3453	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
1302_4426	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
2206_4169	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
2303_8735	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
3304_6927	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
3402_5047	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	nova	Daly, D Adulto
J13-b-220	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Juvenil
N1-D58	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Juvenil
P15-340	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Juvenil
D11-6132	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Juvenil
D11-180	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Juvenil
G5-63	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Juvenil
C11-G93	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Juvenil
Km 41-300	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Juvenil
1101_82	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
1201_1113	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
1201_1999	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
1201_714	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
1202_3776	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
1301_5336	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
2107_195	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
2303_4888	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
2303_515	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
3304_2174	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
3304_5780	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
3304_6127	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
3304_6295	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>paniculatum</i>	<i>riedelianum</i>	Daly, D Adulto
D11 – 7	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
D11 – 75	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
A3 – P88	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
L5 – 36	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
H5 – 21	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
D11 – 10	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
D11 – 02	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
N3-13	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
N3 – 10	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
D11 -13	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Juvenil
CL 015	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Andrade, A Juvenil
1101_25	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
1104_208	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
1113_220	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
1202_2022	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
1202_4265	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
1301_2859	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
1301_6492	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
1301_6789	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
3209_1621	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
3209_597	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
3402_2859	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
3402_3664	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Daly, D Adulto
3402_900	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Andrade, A Adulto
2652	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Andrade, A Adulto

ID	Reserva	Família	Gênero	Espécie	Var/	Det	Estádio
----	---------	---------	--------	---------	------	-----	---------

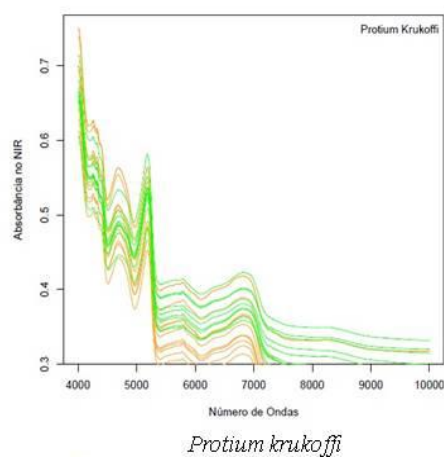
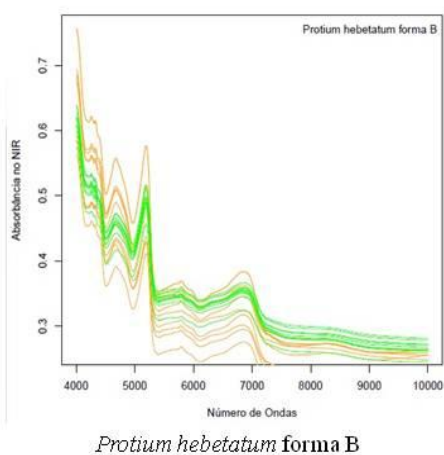
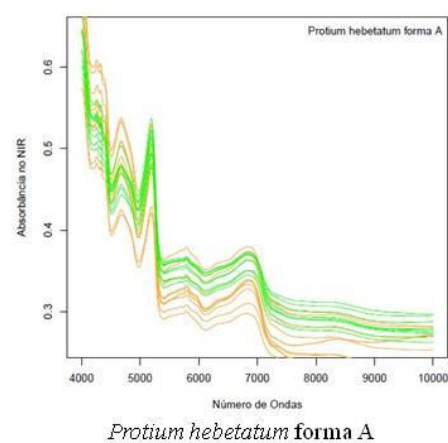
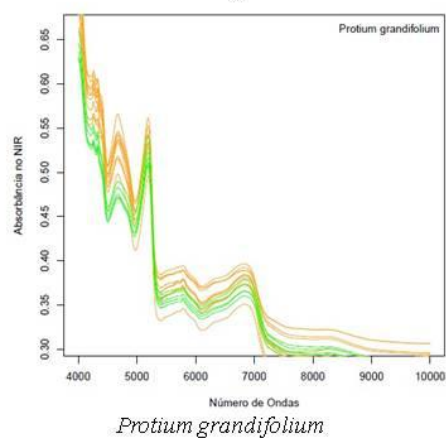
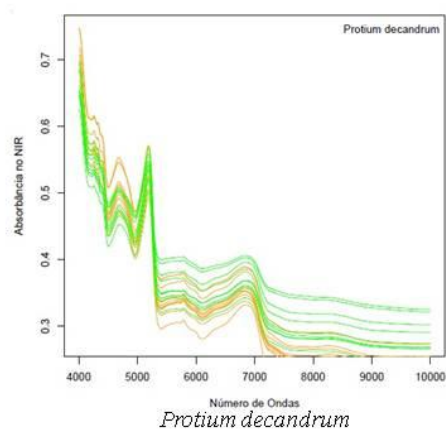
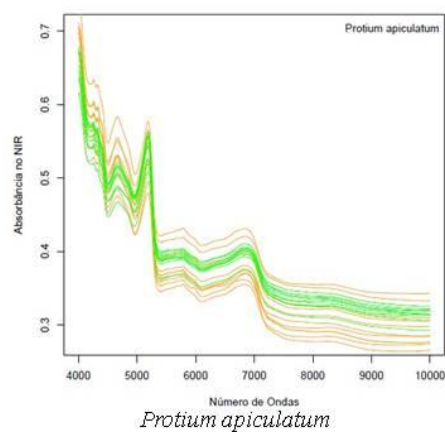
					forma		
CL 015	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Andrade, A	Adulto
CL 026	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>sagotianum</i>		Andrade, A	Adulto
CL 028	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
CL 029	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
CL 030	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
CL 032	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
CL 033	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
CL 034	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
CL 035	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
CL 036	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
CL 020	DUCKE	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Lang, C	Juvenil
1109_721	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Laurance, S	Adulto
1201_1750	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Daly, D	Adulto
1202_7898	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Andrade, A	Adulto
1301_4908	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Coelho, L	Adulto
2206_4217	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Coelho, L	Adulto
2206_4388	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Andrade, D	Adulto
2303_5745	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Daly, D	Adulto
3114_7016	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Coelho, L	Adulto
3304_7358	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Andrade, A	Adulto
3402_6075	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>subserratum</i>		Laurance, S	Adulto
D11-G54	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
N11- 259	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
D11 – 173	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
H4-G3	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
Km 41 -266	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
Km 41-249	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
C37-FL115	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
P15 - 479	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
L5-3	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
G144-07	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
M14-G295	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>			Juvenil
M14-283	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>Strumosum</i>			Juvenil
1105_521	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
1201_46	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
1202_2378	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
1202_4016	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
1301_5517	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
1302_260	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
2107_754	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
2108_104	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
2206_90	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
2303_6114	PDBFF	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>strumosum</i>		Daly, D	Adulto
CL 005	DUCKE	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Andrade, A	Juvenil
			<i>permun</i>				
Cl 006	DUCKE	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Andrade, A	Juvenil
			<i>permun</i>				
Cl 007	DUCKE	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Andrade, A	Juvenil
			<i>permun</i>				
Km 41-131	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Andrade, A	Juvenil
			<i>permun</i>				
A3-P85	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Andrade, A	Juvenil
			<i>permun</i>				
1113_718	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Ribeiro, J	Adulto
			<i>permun</i>				
1202_3712	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Daly, D	Adulto
			<i>permun</i>				
1301_6382	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Andrade, A	Adulto
			<i>permun</i>				
1301_6533	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Ribeiro, J	Adulto
			<i>permun</i>				
1301_1459	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos</i>	<i>rhoifolium</i>		Daly, D	Adulto
			<i>permun</i>				
ID	Reserva	Família	Gênero	Espécie	Var/	Det	Estádio

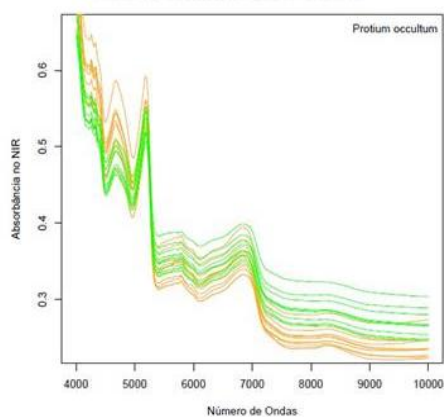
					forma	
3209_3267	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos permun</i>	<i>rhoifolium</i>	Andrade, A	Adulto
3304_1086	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos permun</i>	<i>rhoifolium</i>	Daly,D	Adulto
3304_4956	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos permun</i>	<i>rhoifolium</i>	Daly, D	Adulto
2107_596	PDBFF	Burseraceae	<i>Crepidos permun</i>	<i>rhoifolium</i>	Daly, D	Adulto

2 – Comprimentos de onda mais informativos (/cm) selecionados para a média das leituras e para uma leitura selecionada aleatoriamente pelo método Stepwise.

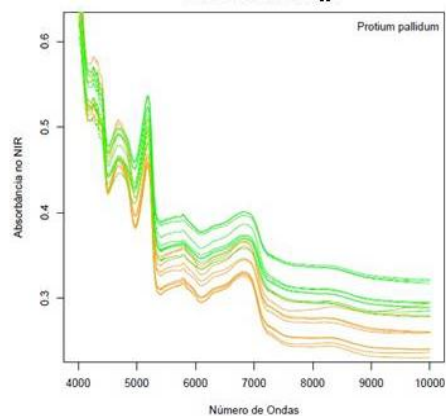
Média das leituras	Uma leitura selecionada aleatoriamente	
4103.777	4007.354	4439.33
4134.632	4011.211	4450.901
4138.489	4030.495	4481.756
4173.202	4072.922	4508.755
4204.057	4173.202	4528.04
4207.914	4192.486	4555.038
4215.628	4219.485	4589.75
4261.911	4261.911	4601.321
4308.194	4265.768	4612.892
4366.048	4285.053	4624.463
4381.476	4308.194	4643.748
4396.904	4315.908	4867.45
4423.902	4350.621	4886.734
4439.33	4354.478	4898.305
4477.899	4369.905	4975.444
4481.756	4377.619	5280.142
4489.47	4381.476	9777.326
4497.184	4389.19	9974.029
4512.612	4404.618	
4825	4423.902	

3 – Gráficos com os espectros médios para cada espécie contendo os 2 estádios ontogenéticos, onde os indivíduos adultos estão representados pela cor laranja e os indivíduos juvenis pela cor verde.

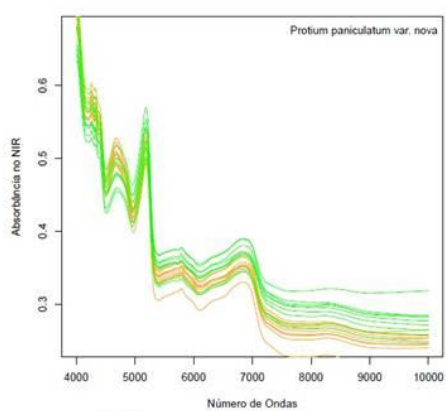




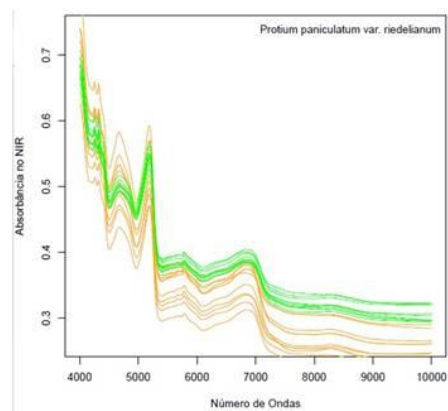
Protium occultum



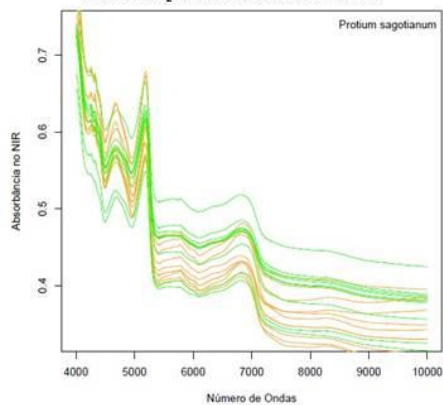
Protium pallidum



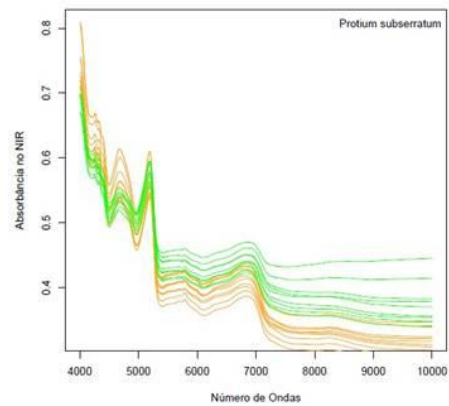
Protium paniculatum var. *nova*



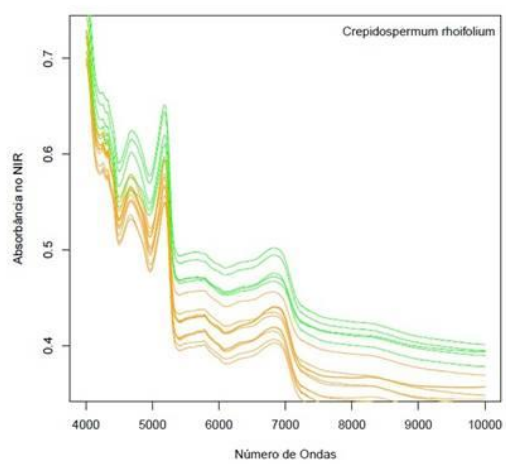
Protium paniculatum var. *riedelianum*



Protium sagotianum



Protium subserratum



Crepidospermum rhoifolium

