



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI - MPEG  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

**DANIELE BONENTE MELO DE ANDRADE**

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PREFERENCIAIS PARA USO  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS POTENCIAIS EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS NO ARCO VERDE PARAENSE**

Belém – PA

2012

DANIELE BONENTE MELO DE ANDRADE

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PREFERÊNCIAIS PARA USO  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS POTENCIAIS EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS NO ARCO VERDE PARAENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (UFPA), Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Embrapa Amazônia Oriental, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ecossistemas Amazônicos.

Orientador: Dr. Silvio Brienza Júnior

Belém – PA

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

A553i Andrade, Daniele Bonente Melo de

Identificação de áreas preferenciais para uso de espécies florestais potenciais em sistemas agroflorestais no Arco Verde Paraense/ Daniele Bonente Melo de Andrade; Orientador: Silvio Brienza Júnior- 2012.

78fl.: il.

Dissertação (mestrado em ciências ambientais) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi e EMBRAPA, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2012.

1.Reflorestamento - Pará. 2. Clima. 3. Zoneamento. 4. Amazônia. I.Brienza Júnior, Silvio, *orient.* II.Universidade Federal do Pará.III.Título.

CDD 22º ed.:634.98098115

---

DANIELE BONENTE MELO DE ANDRADE

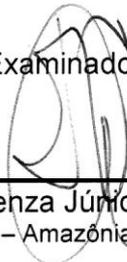
**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PREFERENCIAS PARA USO  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS POTENCIAIS EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS NO ARCO VERDE PARAENSE**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Área de Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Sócio-Ambiental

Orientador: Dr. Sílvio Brienza Júnior

Data de aprovação: 31 / 08 / 2012

Banca Examinadora:



Sílvio Brienza Júnior (Orientador)  
EMBRAPA – Amazônia Oriental



Jorge Alberto Gazel Yared  
Universidade Federal Rural da Amazônia



Maria Isabel Vitorino  
Universidade Federal do Pará



José Henrique Gattanio  
Universidade Federal do Pará

Ao Senhor Jesus  
A meu esposo Andrei  
Ao meu filho Lucas  
A meus pais Dauro e Edma

## AGRADECIMENTO

Ao único Deus, maravilhoso conselheiro, que sabe de todas as coisas e sempre guia meus passos.

A maravilhosa família que Deus me deu, meu esposo Andrei que me apóia e caminha junto comigo, e ao meu filho Lucas que ainda está no ventre e sei que me trará muitas alegrias, pois é promessa de Deus.

Aos meus queridos pais Dauro e Edma, pelo amor, cuidado e dedicação sempre. Eles me proporcionaram chegar até aqui.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinho pela convivência e por sempre me ajudarem a avançar nos estudos.

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup> Dr. Silvio Brienza Júnior, pela amizade, paciência e confiança para a realização deste trabalho.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Paulo Eremita, por ter me disponibilizado seu trabalho e dados.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lucietta Martorano pelos conselhos preciosos e por ter me concedido seus dados.

A banca de qualificação (Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Aurora, Prof<sup>o</sup> Dr. Cattanio e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ima) e a banca de defesa (Prof<sup>o</sup> Dr. Cattanio, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Isabel e Prof<sup>o</sup> Dr. Yared), pelas contribuições a melhoria deste trabalho.

A toda equipe dos herbários Instituto Agrônômico do Norte (IAN/EMBRAPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

Ao parobotânico Sr. Nelson Rosa, que me acompanhou na identificação das exsicatas.

A toda a equipe do setor Floresta na Embrapa Amazônia Oriental

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, por todo o aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela bolsa de estudo.

**Bem-aventurado o varão que não anda segundo o conselho dos ímpios (...). Antes tem o seu prazer na lei do SENHOR, e na sua lei medita de dia e de noite. Pois será como a árvore plantada junto a ribeiros de águas, a qual dá o seu fruto no seu tempo; as suas folhas não cairão, e tudo quanto fizer prosperará.**

**Salmo 1.1-3**

**Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo propósito debaixo do céu: há tempo de nascer e tempo de morrer; tempo de plantar e tempo de colher.**

**Eclesiastes 3.1,2**

## RESUMO

O desmatamento é um processo evidente na Amazônia oriundo da ação antrópica predatória dos recursos naturais. A extração madeireira e a agropecuária são as principais atividades que tem promovido a destruição da floresta no Arco do desmatamento. Entretanto, o reflorestamento tem sido o foco de políticas públicas que o Governo tem desenvolvido por meio do Programa Arco Verde. No Pará este projeto está sendo aplicado em 16 municípios que integram as áreas críticas de desmatamento devido às pressões antrópicas exercidas. Nesse contexto, os sistemas agroflorestais tem sido uma das alternativas para reflorestamento dessas áreas. Neste trabalho objetivou-se a identificação de áreas preferenciais para plantio de 15 espécies florestais potenciais para uso em sistema agroflorestais. A partir do mapeamento da ocorrência das espécies florestais selecionadas, e do cruzamento de dados geográficos de tipologia climática e deficiência hídrica, identificou-se 24 zonas bioclimáticas no Arco Verde paraense. Os resultados para o plantio das espécies florestais em áreas preferenciais foram: *J. copaia*, *T. serratifolia* e *B. excelsa* são potenciais para serem plantadas em 100% do Arco Verde Paraense; *C. pentandra*, *H. courbaril*, *S. morotoni* e *T. vulgaris* são indicadas para serem plantadas em 98% da área alvo; *C. odorata*, *C. goeldiana*, *D. odorata*, *S. macrophylla* são indicadas para serem inseridas em 75% do Arco Verde paraense; *C. guianensis*, *S. parahyba var. amazonicum*, *B. guianensis* e *V. maxima* em 60% da área estudada. Em suma, é necessário se intensificar estudos em espécies florestais que são indicadas para as áreas preferenciais mais abrangentes.

Palavras-chave: Reflorestamento - Pará. Clima. Zoneamento. Amazônia.

## ABSTRACT

Deforestation is an evident process at Amazonia from the predatory human activity of natural resources. Logging and agriculture are the main activities that have promoted destruction of forest at Arc of Deforestation. Therefore reforestation has been the focus of public policies that the Government has developed through the "Programa Arco Verde". In Pará this program is being implemented in 16 municipalities that they constitute the critical areas of deforestation due to human pressures. In this context agroforestry has been an alternative for reforestation these areas. This work aimed identification preferred areas for plantation of 15 tree species with potential use in agroforestry systems. From the intersection of spatial data type of climate and water deficit, we identified 24 bioclimate areas at "Arco Verde" of Para state. The results for plantation of forest species in preferred areas are: *J. copaia*, *T. serratifolia* e *B. excelsa* are potential to be planted 100% do Arco Verde Paraense; *C. pentandra*, *H. courbaril*, *S. morototoni* e *T. vulgaris* are indicated to be planted in 98% of the target area; *C. odorata*, *C. goeldiana*, *D. odorata*, *S. macrophylla* are indicated to be insertion in 75% of the "Arco Verde paraense"; *C. guianensis*, *S. parahyba var. amazonicum*, *B. guianensis* e *V. maxima* in 60% of the area of work. In conclusion, it is necessary further studies in forest species that are suitable for wider preferred areas.

*Keywords:* Reforestation – Para. Climate. Zoning. Amazon.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Histórico do desmatamento na Amazônia Legal.....	24
Figura 2 – Mapa de localização dos municípios do Arco Verde Paraense. As áreas na cor cinza são as áreas alvo do trabalho. ....	36
Figura 3 – Esquema das etapas gerais do trabalho. ....	38
Figura 4 – Distribuição das literaturas sobre SAFs por ano na Amazônia Legal (1980 a 2004 e 2005 a 2011). ....	44
Figura 5 – Número de literatura (n=153) sobre SAFs por estado da Amazônia Legal (1980 a 2004 e 2005 a 2011). ....	44
Figura 6 – Número de literatura no Pará e no Arco Verde paraense (1980 a 2004 e 2005 a 2011).....	45
Figura 7a – Mapa das zonas bioclimáticas do Arco Verde paraense. Intersecção entre clima e deficiência hídrica, formou-se Zn. ....	48
Figura 7b – Mapa das zonas bioclimáticas do Arco Verde paraense (ampliado centro-nordeste). Intersecção entre clima e deficiência hídrica, formou-se Zn. ....	48
Figura 7c – Mapa das zonas bioclimáticas do Arco Verde paraense (ampliado sul-sudeste). Intersecção entre clima e deficiência hídrica, formou-se Zn. ....	49
Figura 8 – Representação gráfica da Análise de Correspondência em função das espécies florestais potenciais e dos intervalos de deficiência hídrica. ....	53
Figura 9 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 1. ....	56
Figura 10 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 1. ....	56
Figura 11 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais <i>J. copaia</i> , <i>T. serratifolia</i> e <i>B. excelsa</i> . ....	57
Figura 12 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 2. ....	59
Figura 13 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 2. ....	59
Figura 14 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais <i>C. pentandra</i> , <i>H. courbaril</i> , <i>S. morototoni</i> e <i>T. vulgaris</i> . ....	61
Figura 15 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais <i>D. odorata</i> e <i>S. macrophylla</i> .....	62
Figura 16 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais <i>C. guianensis</i> e <i>S. parahyba var. amazonicum</i> . ....	63
Figura 17 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 3. ....	64
Figura 18 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 3. ....	65
Figura 19 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais <i>C. odorata</i> e <i>C. goeldiana</i> . ....	66

Figura 20 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *B. guianensis*.68

Figura 21 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *V. maxima*.....68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Regiões fitoecológicas agrupadas, áreas e porcentagens.....	21
Tabela 2 – Caracterização da Tipologia Climática baseados na classificação de KÖPPEN adaptado por Martorano et al. (1992). .....	34
Tabela 3 – Frequência e porcentagem das espécies florestais citadas na literatura (n=153). .....	46
Tabela 4 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica. O “Zn” são as zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense.....	49
Tabela 5 – Área e porcentagem das zonas bioclimáticas nos municípios do Arco Verde paraense. ....	50
Tabela 6 – Total de zonas bioclimáticas dos municípios nos municípios do Arco Verde paraense. ....	51
Tabela 7 – Tipologia climática, área e porcentagem na Amazônia e no Arco Verde paraense.....	52
Tabela 8 – Intervalos de deficiência hídrica com respectivas área e porcentagem, no Estado do Pará e no Arco Verde paraense. ....	52
Tabela 9 – Distribuição da freqüência das espécies florestais potenciais em função dos intervalos de deficiência hídrica estudados no Arco Verde paraense.	53
Tabela 10 – Tabela de Contingência com resíduos padronizados ajustados em função das espécies florestais potenciais e dos intervalos de deficiência hídrica.	54
.....	54
Tabela 11 – Grupo de espécies florestais selecionados por semelhanças climáticas. ....	55
Tabela 12 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais <i>J. copaia</i> , <i>T. serratifolia</i> e <i>B. excelsa</i> . O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais. ....	57
Tabela 13 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais <i>C. pentandra</i> , <i>H. courbaril</i> , <i>S. morototoni</i> e <i>T. vulgaris</i> . O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.....	60
Tabela 14 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais <i>D. odorata</i> e <i>S. macrophylla</i> . O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.....	62

Tabela 15 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais <i>C. guianensis</i> e <i>S. parahyba var. amazonicum</i> . O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.....	63
Tabela 16 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais <i>C. odorata</i> e <i>C. goeldiana</i> . O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.....	66
Tabela 17 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais <i>B. guianensis</i> . O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.	67
Tabela 18 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais <i>V. maxima</i> . O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais. ....	67
Tabela 19 – Espécies florestais potenciais, percentagem da área preferencial, frequência de citação na literatura e o seu percentual, e os principais usos. ....	70

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CAD	Capacidade de água disponível
CHSRA	Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto da Amazônia
CPATU	Embrapa Amazônia Oriental
DEPV	Departamento de Eletrônica e Proteção ao Vôo
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DSG	Diretoria do Serviço Geográfico do Exército
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GPS	Global Position System
IAN	Instituto Agrônômico do Norte
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDESP	Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPEG	Museu Paraense Emílio Goeldi
ONU	Organização das Nações Unidas
PRODES	Projeto de Monitoramento de Desflorestamento da Amazônia Legal
SAFs	Sistemas Agroflorestais
SIG	Sistema de Informação Geográfica

SISCOM	Sistema Compartilhado de Informações Ambientais
SUDAM	Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 HIPÓTESE</b> .....	19
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	20
3.1 OBJETIVO GERAL .....	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	21
4.1 USOS DA TERRA NA AMAZÔNIA: POLÍTICAS PÚBLICAS, DESMATAMENTO E SUAS IMPLICAÇÕES.....	21
4.2 SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAFS) E ESPÉCIES FLORESTAIS .....	25
4.3 ZONEAMENTO PARA ESPÉCIES DE PLANTIOS FLORESTAIS .....	32
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	36
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	36
5.2 PROTOCOLO DA METODOLOGIA .....	37
5.2.1 <b>Sistematização dos dados</b> .....	37
5.2.2 <b>Seleção de literatura sobre SAFs</b> .....	38
5.2.3 <b>Seleção das espécies florestais potenciais</b> .....	39
5.2.4 <b>Consulta aos herbários</b> .....	40
5.2.5 <b>Cruzamento dos dados geográficos</b> .....	40
5.2.6 <b>Agrupamento das espécies florestais</b> .....	41
5.2.7 <b>Identificação das áreas preferenciais</b> .....	42
<b>6 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	43
6.1 LITERATURA SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS .....	43
6.2 ZONAS BIOCLIMÁTICAS DOS MUNICÍPIOS DO ARCO VERDE PARAENSE .....	47
6.3 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESPÉCIES FLORESTAIS POTENCIAIS .....	51
6.4 AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS POTENCIAIS .....	55
6.4.1 <b>Grupo 1</b> .....	55
6.4.2 <b>Grupo 2</b> .....	58
6.4.3 <b>Grupo 3</b> .....	64

6.5 POTENCIAL DE USO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS SELECIONADAS E A LITERATURA CONSULTADA .....	69
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior em extensão territorial dentre os países do globo, com uma superfície de 8.514.876 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). É um país com grande potencial econômico e ambiental, em função da variedade e complexidade dos ecossistemas que contêm. No seu território abriga vários biomas, dentre esses, grande parte da floresta Amazônica. Esta possui vasta biodiversidade e importantes funções ambientais, como por exemplo, armazena considerável quantidade de carbono em suas estruturas e contribui para o equilíbrio do ciclo hidrológico e de nutrientes (DAVIDSON; ARTAXO, 2004).

Apesar de nos últimos anos o Brasil ter se destacado economicamente, principalmente no sistema agrícola comercial por meio do seu crescimento econômico e da expansão das exportações, contudo esse sucesso tem sido relacionado à generalizada destruição dos ecossistemas brasileiros, principalmente os que compõem o Cerrado e a Floresta Amazônica (MARTINELLI et al., 2010).

A Amazônia brasileira começou a ser efetivamente modificada por volta da década de 70, quando as principais dificuldades para o desenvolvimento econômico foram atribuídas à insuficiência de capitais produtivos e de infraestrutura capaz de alavancar novos investimentos. Então, ao longo das últimas décadas, investiu-se em um modelo econômico baseado na exploração predatória da natureza, o que tornou a agropecuária, a extração madeireira e a mineração as principais atividades produtivas na região (LOUREIRO; PINTO, 2005).

Analisando as políticas públicas que foram implantadas na Amazônia em décadas passadas, observa-se a legalidade que tais políticas proporcionaram para desencadear o povoamento da Amazônia (BECKER, 2001). O resultado dessa imigração impulsiva ocasionou o desmatamento, o qual é marca evidente na Amazônia, principalmente na região conhecida como Arco do Desmatamento.

No ano de 2007 o presidente da República decretou que o Ministério do Meio Ambiente (MMA) ficaria responsável em elaborar anualmente uma lista dos municípios que possuísem altas taxas de desmatamento (MARTINS; SOUZA JÚNIOR, 2011). Em 2009 foi instituído o Programa Mutirão Arco Verde Terra Legal ou Programa Arco Verde, de iniciativa do Governo Federal em parceria com

Estados e Municípios, o qual consiste na realização de ações que combinam cidadania e regularização fundiária, a fim de combater o desmatamento e a grilagem de terras (CASA CIVIL et al., 2009). No Pará, o Programa Arco Verde compreende 16 municípios, onde se concentram ações que visam à prevenção e o controle do desmatamento (MARTINS; SOUZA JÚNIOR, 2011).

Atualmente a grilagem de terra é um fato preocupante, pois acarreta uma série de consequências negativas para a sociedade e para o meio ambiente como a prática do desmatamento ilegal, que resulta em áreas alteradas. Assim, áreas alteradas podem resultar em áreas degradadas ambientalmente, o qual é um processo contínuo que engloba desde a retirada da vegetação até o uso agropecuário, o qual pode conduzir a exaustão total de uma determinada área ao longo dos tempos, dependendo das atividades realizadas (BRIENZA JÚNIOR, 2003).

Perante esse cenário de instabilidade produtiva, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) sobrevivem como uma alternativa sustentável de uso da terra, pois o SAF é indicado principalmente para áreas alteradas com a finalidade de reincorporação de tais áreas ao processo produtivo (MARQUES; BRIENZA JÚNIOR; LOCATELLI, 1988). Os SAFs podem ser definidos como “a prática de combinar espécies florestais com culturas agrícolas e/ou pecuária” (YARED; BRIENZA JÚNIOR, MARQUES, 1998).

Os SAFs foram implantados na Amazônia a partir da década de 70 de forma incipiente, quando começou a ocorrer a substituição da agricultura convencional para sistemas de policultivos, com o uso de espécies frutíferas e/ou madeiras de ciclo curto, médio e longo. Os “diferentes arranjos produtivos potencializaram os SAFs como relevante atividade sócio-econômica e ambiental, estabelecendo inclusive padrões peculiares de uso da terra, com vários estágios de desenvolvimento vegetativo” (BOLFE; FERREIRA; BATISTELLA, 2009).

Nesse contexto, a região amazônica necessita de tecnologia e inovação, que possibilitem o desenvolvimento com o uso da terra mais sustentável. Para isso, são necessários estudos com o propósito de identificar espécies florestais e áreas preferenciais para a implantação de SAFs, com o objetivo de diversificar a produção, renda e recuperação ambiental.

Dessa forma, este trabalho mostra a importância de conhecimento das espécies florestais usadas nos SAFs, no âmbito climático e ambiental de sobrevivência, a partir do mapeamento das mesmas na Amazônia. Com isso, permitiu conhecer a distribuição geográfica das espécies florestais estudadas, a fim de constatar as áreas preferenciais de ocorrência das mesmas.

## **2 HIPÓTESE**

As espécies florestais têm seu padrão de sobrevivência e crescimento ao longo de sua distribuição natural, relacionado ao tipo de clima e deficiência hídrica, portanto sendo possível, com base na integração desses fatores, identificar áreas preferenciais para o plantio de espécies florestais em SAF nos municípios do Arco Verde paraense.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar áreas preferenciais o plantio de espécies florestais potenciais para uso em SAFs com base na tipologia climática e deficiência hídrica nos municípios do Arco Verde no estado do Pará.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Identificar a distribuição geográfica das espécies florestais potenciais, oriundos da literatura de SAFs e dos herbários, para definir o local de ocorrência das mesmas e extrapolar seu uso para o plantio em áreas alvo do estado.
- ✓ Caracterizar as áreas alvos para plantio no Arco Verde paraense com base na integração de dados da tipologia climática e deficiência hídrica.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 USOS DA TERRA NA AMAZÔNIA: POLÍTICAS PÚBLICAS, DESMATAMENTO E SUAS IMPLICAÇÕES

A Floresta Amazônica é um dos biomas brasileiros com importantes funções ambientais em função de sua biodiversidade e abrange aproximadamente 50% do território nacional. De acordo com o 4º Relatório Nacional para a Convenção sobre diversidade biológica do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2011), a vegetação nativa florestal cobre 80,76% do bioma Amazônia, enquanto que a vegetação nativa não-florestal cobre 4,23%. A área antrópica, que é o uso agrícola e/ou pecuária e cobre 9,5% e as florestas secundárias, as quais se encontram em recuperação e cobrem 2,97% (Tabela 1).

Tabela 1 – Regiões fitoecológicas agrupadas, áreas e porcentagens.

<b>Regiões Fitoecológicas</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Vegetação nativa florestal	3.416.391,23	80,76
Vegetação nativa não florestal	178.821,18	4,23
Áreas antrópicas	401.855,83	9,50
Vegetação secundária	125.635,01	2,97
Água	107.787,52	2,54
<b>TOTAL</b>	<b>4.230.490,77</b>	<b>100,00</b>

Fonte: (MMA, 2011).

Os atuais usos da terra na Amazônia brasileira são resultado do histórico de políticas públicas implantadas ao longo dos anos. O povoamento e desenvolvimento não só da Amazônia, mas também de toda região latino americana foi fundamentado no paradigma da relação sociedade-natureza, denominado por Kenneth Boulding de economia de fronteira, o qual significa que o crescimento econômico é linear e infinito. Essa visão é baseada na constante incorporação de terras e de recursos naturais que são considerados infinitos (BECKER, 2005).

O início do planejamento regional deu-se em um período denominado Estado Novo (1930-1960), implantado por Getúlio Vargas, o qual promoveu a unificação do mercado nacional com a industrialização, e que foi mais discursivo do que ativo (BECKER, 2001).

Até meados da década de 60 a Amazônia era preservada, uma vez que as atividades produtivas atuantes não produziram impactos ambientais significativos, visto que a cobertura florestal era conservada (LOUREIRO; PINTO, 2005). Mas com a implantação de políticas públicas que visavam somente interesses políticos e econômicos, houve estímulo para a migração e ocupação da Amazônia, resultando em um grande crescimento da população. Segundo Becker (2001), em uma década (1950-1960) houve um grande crescimento populacional de 1 milhão para 5 milhões de habitantes.

No governo de Juscelino Kubitschek foram construídas rodovias Belém-Brasília e Acre-Brasília. Essas duas rodovias foram o início da construção de uma das redes de integração do país: a rede rodoviária, o que possibilitou, anos mais tarde, a imigração de contingentes para povoar essa região (BECKER, 2001).

No período da Ditadura Militar (1964-1985) o governo deu prosseguimento às políticas de integração e desenvolvimento da Amazônia. Os incentivos fiscais eram direcionados principalmente para empresários de renome e grandes grupos econômicos nacionais e internacionais. As atividades produtivas que eram priorizadas pelos recursos financeiros foram a pecuária, a extração de madeira e a mineração, que concomitantemente efetuadas, ocupam grandes porções de terra e geram poucos empregos em função da mecanização do setor primário. Outra política que fora implantada foi a venda de lotes, que eram terras públicas de grande extensão, o qual foram adquiridos e, muitas vezes, renegociados para terceiros. (LOUREIRO; PINTO, 2005). Essa prática resultou em grilagem de terra, conflitos e violência rural, o que ocorre até nos dias atuais.

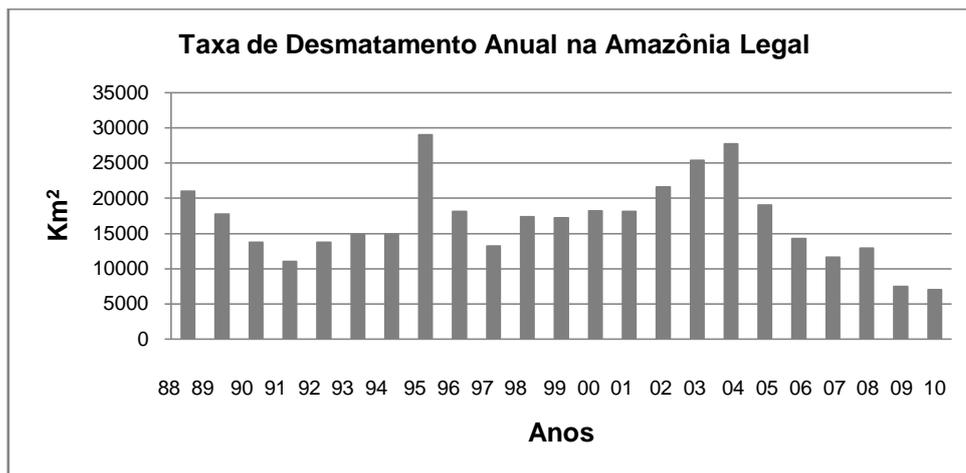
Para Aguiar (2006) e Ângelo e Sá (2007) as atividades produtivas que mais têm contribuído para a mudança da cobertura vegetal atualmente são a extração madeireira, pecuária e também a agricultura em pequena e grande escala, visto

que são oriundas do processo histórico de ocupação. Essas atividades produtivas foram incentivadas por políticas públicas que eram baseadas na exploração predatória dos recursos naturais.

A partir do final da década de 80, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do Projeto de Monitoramento de Desflorestamento da Amazônia Legal (PRODES), monitora o desmatamento usando imagens de satélites. Em 2006 o Governo Federal estipulou a meta de redução do desmatamento em 40% até 2010. Essa taxa de redução foi baseada em dez anos anteriores (1996-2005), sendo alcançada em 2009, 75% de redução da taxa de desmatamento (MMA, 2011).

O desmatamento tem diminuído ao longo dos anos. De acordo com o cálculo consolidado do INPE/PRODES, de agosto de 2009 a julho de 2010, obteve-se um desmatamento total de 7.000 km<sup>2</sup>, o que equivale a uma redução de 6,2% em relação ao período anterior (ago/2008 a jul/2009) (Figura 1). Este declínio das taxas de desmatamento na Amazônia, juntamente com o crescimento do desenvolvimento econômico do sudeste do Brasil pela agricultura, possibilita ter uma visão otimista, mas também cautelosa do futuro (MARTINELLI et al., 2010). Para Reydon (2011) é grande a contribuição das políticas de comando e controle vigentes para a redução do desmatamento, embora as principais causas do desmatamento sejam ainda as especulações de terras e as ausências de governança fundiária. Dessa forma, a região do Arco Verde é o alvo prioritário na implantação dessas políticas públicas que visam a redução do desmatamento.

Figura 1 – Histórico do desmatamento na Amazônia Legal.



Fonte: (INPE/PRODES, 2011).

No ano de 2008, por meio do Projeto Terra Class, obteve-se os principais usos e cobertura da terra na Amazônia brasileira que estão distribuídos da seguinte forma: pasto limpo (46,7%), vegetação secundária (21%), pasto sujo (8,7%), regeneração com pasto (6,7%), área não observada (6,3%), agricultura anual (4,9%), mosaico de ocupações (áreas representadas por uma associação de diversas modalidades de uso da terra e que devido à resolução espacial das imagens de satélite não é possível uma discriminação entre seus componentes) (3,4%), desflorestamento no ano de 2008 (1,6%), área urbana (0,5%), mineração (0,1%), pasto com solo exposto (0,1%) e outros (0,1%) (Figura X) (EMBRAPA/INPE, 2011).

Atualmente, a expansão e intensificação do uso da terra são processos que têm colaborado com a redução da cobertura florestal da Amazônia brasileira, e tem afetado diretamente a complexidade de suas estruturas, bem como promovido a fragmentação florestal (VIEIRA et al., 2008). Estudos apontam que, em função do desmatamento e da fragmentação florestal, as espécies isoladas tendem a diminuição de reprodução devido à depredação genética por consanguinidade, podendo levar a extinção da espécie, mesmo que não ocorra o desmatamento total da área (MMA, 2011).

A conversão da floresta primária em outros usos da terra é bastante danosa, pois afeta negativamente a biodiversidade. Segundo dados do MMA (op. cit.)

existem cerca de 103.870 espécies animais e 43.020 espécies vegetais catalogadas, e em média 700 novas espécies são reconhecidas por ano no Brasil. De acordo com Odum (1972), a quantidade de espécies é muito grande na floresta pluvial, sendo que existem mais espécies arbóreas em alguns hectares do que em toda flora européia, por exemplo.

Uma vez que as florestas brasileiras possuem um alto número de espécies, ao ocorrer a conversão da floresta primária para usos agrícola e/ou pasto, há forte tendência que a lista de espécies ameaçadas aumente consideravelmente. Portanto, a perda e a degradação de habitat é o principal fator que colaboram para o aumento de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2011).

Dessa forma, o gerenciamento do uso da terra é o caminho para o desenvolvimento sustentável. Segundo Campos et al. (2010), somente nas últimas décadas as práticas sustentáveis do uso da terra foram difundidas em função da mudança de visão da agricultura, a qual tem como objetivo a busca da manutenção da qualidade física, química e biológica do solo, e a prática de manejos emergenciais ou preventivos. Essa manutenção da qualidade do solo através do planejamento adequado do uso da terra, assim como a ocupação racional e ordenada do meio físico, pode trazer muitas vantagens financeiras ao produtor rural, além de diminuição do mau uso dos recursos naturais.

#### 4.2 SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAFS) E ESPÉCIES FLORESTAIS

O sistema agroflorestal é um uso da terra incipiente no Brasil. Sua implantação na Amazônia foi iniciada na década de 70 (BOLFE; FERREIRA; BATISTELLA, 2009) e ao longo dos anos vem sendo desenvolvidos pesquisas desse uso da terra mais sustentável. Atualmente a implantação de espécies florestais para restauração florestal está inserido no contexto das políticas públicas, por meio de programas que visam a recuperação ambiental como, por exemplo, o programa Arco Verde liderado pelo Governo Federal.

O componente florestal do SAF é fundamental para a concepção do mesmo, uma vez que em definições de SAF, pode-se observar a presença de espécie florestal como principal integrante. Portanto, o SAF pode ser definido como “a

prática de combinar espécies florestais com culturas agrícolas e/ou pecuária” (YARED; BRIENZA JÚNIOR; MARQUES, 1998), ou ainda o SAF é definido como a forma de uso múltiplo da terra, que visam a integração dos componentes florestais, agrícolas e/ou animais, para que os benefícios dessa prática atendam às necessidades do produtor local, e também da sociedade, mantendo a produtividade do solo para as futuras gerações (SILVA et al., 2008).

É característico dos SAFs o arranjo das espécies tanto no espaço quanto no tempo, uma vez que deve gerar retorno financeiro, a fim de satisfazer os custos de implantação e subsistência do produtor (STEPPLER; NAIR, 1987). O SAF pode ser classificado como: sistema silviagrícola o qual é formado por árvores ou arbustos juntamente com espécies agrícolas; sistema silvipastoril que é o arranjo que contém árvores ou arbustos com plantas forrageiras ou herbáceas e/ou animais; e sistema agrossilvipastoril o qual é caracterizado pela criação ou manejo de animais com árvores ou arbustos e espécies agrícolas (NAIR, 1985; DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996). Adicionalmente, segundo Silva (2005), podem ser usadas também palmeiras como o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), por exemplo, como componente florestal de um SAF.

A implantação dos SAFs proporciona inúmeras vantagens tanto para o produtor quanto para o meio ambiente. Como vantagens sócio-econômicas pode-se citar: o custo de implantação e manutenção pode ser mantido dentro da renda do produtor; possibilidade de aumento da renda familiar; segurança alimentar; manutenção da produtividade do solo fixa o produtor à terra; proporciona conforto térmico ao trabalho na roça (NAIR, 1989; DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996).

Cita-se também alguns serviços ecossistêmicos prestados pela paisagem agroecológica: qualidade do alimento; potencializa a infiltração de água, diminuindo o *runoff* e, conseqüentemente a erosão; manutenção da biodiversidade da flora e fauna; e estocagem de carbono (ROMEIRO, 2011). Além disso, pode diminuir o desmatamento devido os SAFs serem um uso da terra potencial para a implantação em áreas antropicamente alteradas, reincorporando áreas com a produtividade comprometida ao processo produtivo.

Assim, algumas desvantagens também são evidentes tais como: conhecimento limitado sobre SAFs; o manejo dos SAFs é mais complexo do que

da agricultura tradicional; custo de implantação é mais elevado; o componente florestal pode diminuir a produtividade dos cultivos agrícolas (DUBOIS; VIANA; ANDERSOM, 1996), entretanto, as vantagens desse uso da terra são maiores do que as desvantagens, o que podem ser superadas dependendo do conhecimento e gestão que será adotada pelo agricultor, e principalmente pelas políticas públicas que estão sendo aplicadas nesse contexto.

Em uma breve comparação entre um SAF e agricultura convencional, pode-se concluir a estabilidade que o SAF fornece ao meio ambiente. A agricultura convencional simplifica a estrutura do meio ambiente, substituindo a diversidade por algumas poucas espécies vegetais e animais a fim de proporcionar maior energia solar para o sistema, atingindo assim seu extremo com o monocultivo. O resultado é um ecossistema artificial e vulnerável, requerendo sempre maior intervenção humana para manutenção (ALTIERI, 1983). Já o SAF preza pela diversidade e estabilidade do ecossistema. Portanto, “a monocultura contraria uma regra básica na natureza, segundo a qual diversidade é sinônimo de estabilidade” (ROMEIRO, 2011)

A diversidade do SAF melhora a estabilidade ecológica e possibilita retorno financeiro, pois diminui o risco do produtor. Contudo, é necessário que cada espécie que compõe o SAF seja tanto independente como complementar. Além disso, por ser uma modalidade que diversifica a produção, é uma forma de gerar renda e ocupação da mão-de-obra no decorrer do ano, por meio da flexibilidade do calendário dos cultivos (CORDEIRO et al., 2009).

O plantio de espécies florestais em áreas alteradas pode contribuir significativamente para o aumento da produção madeireira de alto valor econômico. Portanto, a reincorporação dessas áreas alteradas ao processo produtivo pode ser uma solução viável e eficaz para refrear a pressão sobre as florestas nativas (BRIENZA JÚNIOR et al., 2008). É de fundamental importância a implantação de espécies florestais quando tem por finalidade a restauração da biodiversidade e dos serviços sistêmicos do meio ambiente (VIEIRA et al., 2008).

Nos últimos 30 anos, a pesquisa florestal na Amazônia tem registrado informações acerca das espécies florestais que possuem performance biológica e importância comercial (BRIENZA JÚNIOR et al., 2008; VIEIRA et al., 2008).

Nesse contexto, as espécies florestais que são potenciais para uso em SAF estão, em suma, descritas a seguir:

- *Bagassa guianensis* Aubl.: conhecida como tatajuba é uma arbórea que pertence à família da Moraceae. Pode atingir até 30 metros de altura e ocorre no norte da Amazônia de forma descontínua e irregular nas matas altas de terra firme (SILVA et al., 2004). Os usos mais comuns são: construção de embarcações (convés, assoalhamento e armação), pontes, carpintaria, marcenaria, mobília, acabamento e ornamentação de interiores (IBAMA, 2012).

- *Bertholletia excelsa* Bonpl.: é também chamada de castanheira, pertence à família da Lecythidaceae. Nativa da Amazônia, ela está presente nas terras firmes. Conhecida internacionalmente pelas amêndoas que produz, a castanha-do-Pará ou castanha-do-Brasil tem grande valor alimentar e comercial, destacando-se como um dos principais produtos extrativistas de exportação do Pará e da Amazônia (SALOMÃO, 2009).

- *Carapa guianensis* Aubl.: conhecida pelo nome comum de andiroba, pertence à família Meliaceae. A andiroba é uma árvore de grande porte, podendo atingir até 55 m de altura. Seu fruto é uma cápsula com 4 valvas e pode conter de 1 a 16 sementes. Ocorre no sul da América central, bem como na Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa, Brasil, Peru, Paraguai e nas ilhas do Caribe. No Brasil, ocorre desde o nível do mar até 350 metros de altitude em toda a bacia amazônica. Essa espécie possui uso múltiplo, obtendo o óleo por meio da extração das sementes e sua madeira tem boas propriedades, podendo ser equiparada ao mogno (*Swietenia macrophylla* King) (FERRAZ, 2003).

- *Cedrela odorata* L.: também chamada pelo nome comum de cedro, pertence à família Meliaceae. Conhecida por sua madeira aromática e nobre, tem grande valor comercial. Nos trópicos americanos é grande a demanda, pois é resistente ao apodrecimento e a cupins. Está distribuída geograficamente entre as latitudes 26°N (Costa do Pacífico do México, América Central e Antilhas) a 28°S desde as terras baixas e 1.200 m de altitude. Geralmente é encontrado

naturalmente em solos bem drenados, todavia não florescem em áreas de precipitação superior a 3.000 mm, ou em solos inundados (CINTRON, 1990).

- *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.: tem como nome popular samaúma e faz parte da família Bombacaceae. Tem ocorrência natural nas Filipinas, Tailândia, Ceilão, leste e oeste do continente africano equatorial, oeste da Índia, sul do México e Américas Central e do Sul. Nesta última tem ocorrência no Equador, norte do Peru, Venezuela, Colômbia, Guianas e Amazônia brasileira, principalmente nas florestas de várzea e terra firme. O índice pluviométrico varia entre 800 mm até acima de 2.500 mm. É tolerante a período de estiagem com duração de até 6 meses, se suas raízes tiverem acesso ao lençol freático. Por ser de madeira leve, é bastante usada na indústria madeireira de laminados e compensados (NEVES; MARTINS; SANTOS, 2003).

- *Cordia goeldiana* Huber: popularmente conhecida como freijó, pertence à família Boraginaceae. Tem excelente madeira e é bastante usada para o fabrico de assas de avião leve e para a tanoaria (LABOURIAU, 2012). Esta espécie florestal tem distribuição natural restrita a Amazônia, embora pode ocorrer também em países limítrofes como Bolívia, Peru, Venezuela e Guiana. É característica de terra firme, podendo atingir até 45 m e diâmetro de 100 cm. Pode ser encontrada nas tipologias climáticas Af, Am e Aw, e o índice pluviométrico varia de 1.500 a 2.800 mm (CARPANEZZI; KANASHIRO, 1982).

- *Dipteryx odorata* (Aubl.) Wild: popularmente conhecida por cumaru, pertence a família Fabaceae. Possui ocorrência no Brasil, Bolívia, Peru e Costa Rica. A madeira dessa espécie é muito conhecida pela sua dureza e durabilidade e é usada na construção pesada, construções leves, embarcações, torneados e chapas (EAST TEAK FINE HARDWOODS, 2012).

- *Hymenaea courbaril* L.: também conhecida por jatobá, é da família Caesalpiniaceae. Geralmente é empregada na construção civil, marcenaria, peças torneadas, instrumentos musicais e laminados. Suas sementes são usadas para a fabricação de jóias e adereços. Essa espécie florestal pode ser plantada em monocultura ou SAF, sendo potencial para recuperação de desmatadas. Pode

atingir de 30 a 45 metros de altura, com diâmetro a altura do peito (DAP) de até 2 m. Ocorre desde o sul do México e boa parte da América do Sul, incluindo o Brasil, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia. No Brasil tem ocorrência natural no norte até o sudeste, sendo encontrada até 900 m de altitude ao nível do mar e em solos bem drenados. Geralmente está presente em áreas que possui precipitação entre 1.500 a 3.000 mm (MELO; MENDES, 2005).

- *Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don: popularmente conhecida como parapará, pertence a família Bignoniaceae. É nativa da Amazônia e pode ser encontradas na terra firme nos estados de Amazonas, Pará, Mato Grosso, Tocantins, Roraima e grande parte dos estados do sul e sudeste brasileiro. É uma espécie florestal de grande porte, podendo atingir 30 m de altura e de 60 a 90 cm de diâmetro. Sua madeira é muito usada na construção civil por ser madeira leve e mole (GURGEL et al., 2006).

- *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin: é conhecida por morototó e faz parte da família Araliaceae. É uma espécie florestal perenifolia e que rebrota em clareiras florestais. Possui crescimento rápido, podendo atingir de 10 a 18 m de altitude e 10 a 20 cm de DAP (TYREE et al., 1991). Sua distribuição geográfica é ampla, podendo ser encontrada entre as latitudes de 17°N a 31°S, que abrange desde do México a Argentina, em altitudes de até 2.000 m. Sua madeira é usada na carpintaria, construções de interiores, marcenaria, esquadrias, forros, caixas, forros, lápis, palito de fósforo, instrumentos musicais, brinquedos, compensados, celulose e papel (OHASHI, 2005).

- *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby [*Schizolobium amazonicum* Ducke]: conhecida também como paricá, pertence a família Fabaceae. É uma espécie florestal de crescimento rápido e tem sido amplamente inserida em SAFs na região amazônica, o qual seu principal uso comercial é a produção de laminados. Essa espécie florestal possui ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrado desde o norte do México ao Sul do Brasil. É considerada árvore de porte grande, atingindo cerca de 30 m de altura e até 1,2 m de diâmetro. É encontrada em floresta primária de terra firme,

floresta secundária e várzea alta. Sua madeira é leve e tem como principal uso brinquedos, saltos para calçados, embalagens leves, aerodelismo, pranchetas, caixotaria leve e pesada, embalagens de frutas, obras civis internas como forros e tabuados, palitos de fósforo, lápis e chapas de compensado (SOUZA et al., 2003).

- *Tachigali vulgaris* L.G.Silva & H.C.Lima [*Sclerolobium paniculatum* Vogel]: Conhecida popularmente por taxi-branco, pertence a família Fabaceae. Estudos constataram que em um sistema agroflorestal, o *Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima tem grande capacidade em recuperar áreas degradadas, pois ocorre a deposição de grande quantidade de folhas e ramos, que são fontes de nutrientes para as plantas, principalmente de nitrogênio. Além disso, a *Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. impediu o crescimento de outras espécies arbóreas na área, apresentando aos oito anos de idade, 81% de sobrevivência e 13,7 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). Por ser usada na produção de carvão, a produção foi estimada em 140 m<sup>3</sup>/ha, ou seja, 1.700 sacos. Se o saco for vendido a R\$ 4,00, o agricultor terá uma renda bruta de R\$ 6.800,00/ha (MOCHIUTTI et al., 1999), o que pode ser uma boa opção para a agricultura familiar.

- *Swietenia macrophylla* King: conhecida popularmente como mogno, pertence à família Meliaceae. É uma espécie florestal heliófila de grande porte, podendo atingir até 70 m de altura e DAP de 3,5 m. É utilizada principalmente no fabrico de peças torneadas, objetos de decoração, instrumentos científicos de precisão, instrumentos musicais, esculturas, talhados, móveis, laminados, compensados, carpintaria, construção naval e indústria de aviação. Sua distribuição geográfica é ampla, abrangendo desde 20°N no México (Yucatán) a 18°S na Bolívia. No Brasil ocorrem nos estados do Pará, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso, Rondônia, Acre e Amazonas. Pode ser encontrada em áreas inundadas, contudo sendo mais frequentes em áreas bem drenadas que recebem elevada precipitação pluvial. Ocorrem desde nível do mar até 1.200 m de altitude (CARVALHO, 2007; LIMA JÚNIOR; GALVÃO, 2005).

- *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson: conhecida também como Ipê faz parte da família Bignoniaceae. É uma espécie florestal de madeira pesada, muito dura e resistente ao apodrecimento e ataque de fungos e cupins. É bastante

empregada na marcenaria, construções pesadas e estruturas externas de navios e residências. Essa espécie pode atingir de 5 a 25 m de altura. Possui ocorrência no Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru e Bolívia. No Brasil é encontrada na Amazônia, no Nordeste e no Sudeste. É característica de florestal pluvial densa, todavia podendo também ser encontrada em florestas secundárias e campinas. Pode ocorrer desde o nível do mar até 1.200 m de altitude (FERREIRA, CHALUB, MUXFELDT, 2004).

- *Vochysia maxima* Ducke: popularmente chamada de quaruba verdadeira, pertence a família Vochysiaceae. Árvore de altura média de 17 m e 62 cm de diâmetro. A trabalhabilidade é de serragem fácil e aplainamento médio, sendo amplamente usada em construções leves e molduras, até compensados de utilidade (IBAMA, 2012). É uma espécie florestal amazônica altamente promissora, seja pela qualidade de sua madeira, seja pelos excelentes resultados que vêm sendo obtidos na sua silvicultura (YARED et. al, 1993).

#### 4.3 ZONEAMENTO PARA ESPÉCIES DE PLANTIOS FLORESTAIS

Nas últimas décadas observou-se que o número de publicações científicas abordando o assunto espécies florestais usadas em SAF tem aumentado. Isso significa um aumento de experimentos de SAFs capazes de somar com as literaturas existentes. A importância desse levantamento bibliográfico é a avaliação da literatura produzida a fim de se identificar áreas desprovidas de experimentos científicos, agrupar informações, consolidar conhecimento, e contribuir para o planejamento e a execução de políticas públicas (BRIENZA JÚNIOR et al., 2009).

A Amazônia brasileira possui extenso território, mas as pesquisas de campo, muitas vezes, ficam limitadas geograficamente a determinadas áreas, principalmente às proximidades dos grandes centros urbanos e em reduzido número de municípios. Desta maneira, a extrapolação de informações sobrevém como alternativa para a introdução de espécies florestais, as quais ocorrem em um contexto de cenário (SILVA, 2005).

Em função dessa extrapolação de informações para grandes extensões geográficas, é necessário observar o princípio ideal de indicação de espécies, que

para obtenção de bom desenvolvimento da planta, deve-se fazer o plantio da espécie florestal em ambientes apropriados do ponto-de-vista da ecologia (GOLFARI; CASER; MOURA, 1978), considerando a distribuição geográfica de ocorrência natural da espécie florestal, bem como a tipologia climática e deficiência hídrica, mas também podendo ser complementado com informações como altitude e tipo de solo (CARPANEZZI; KANASHIRO, 1982).

Embora existam diferenças entre os ambientes em relação a recursos, restrições e grau de modificação que podem ocasionar, todavia deve-se observar a mínima segurança de correspondência ecológica, a fim de que as espécies florestais recomendadas possam resultar em sucesso (SILVA, 2005).

Desse modo, “a presença e o sucesso de um organismo ou de um grupo de organismos dependem de um complexo de condições”. Qualquer condição que se aproxime ou exceda os limites de tolerância é uma condição limitante ou um fator limitante. Um fator ambiental limitante pode existir não somente pela insuficiência como também pelo excesso. Os organismos apresentam um mínimo e um máximo ecológicos que representam os limites de tolerância, o que se conclui que organismos que tenham faixas de tolerância larga para todos os fatores, geralmente são os mais amplamente distribuídos (ODUM, 1972).

O estudo climático é importante para auxiliar e balizar as atividades produtivas como, por exemplo, a implantação de empreendimentos agroflorestais, previsão de safras e manejo adequado dos recursos naturais e paisagísticos, inclusive recuperação de áreas degradadas (MARTORANO et al., 1992). A tipologia climática e a deficiência hídrica são variáveis importantes a serem consideradas nesse processo, pois congregam informações de clima e solo de determinada área. Assim, as plantas respondem de acordo com essas condições, visto que são capazes de auxiliar na identificação de áreas preferenciais para a inserção de plantios florestais (MARTORANO et al., 2011).

Segundo Martorano et al. (1992) a tipologia climática adaptado e baseado na classificação de KÖPPEN tem uma distribuição espacial bastante generalizada para a tipologia climática Af, Am e Aw. Essas por sua vez, pertencentes ao clima tropical chuvoso, apresentam temperatura média mensal superior a 18°C. Com o intuito de fornecer maiores detalhes, recorreu-se a subscritos numéricos (1, 2, 3, 4

e 5), os quais foram associados a intervalos de precipitação pluviométrica média anual, condicionando a estratificação. Essa adaptação resultou em 10 divisões climáticas, e estão distribuídas da seguinte forma: Af (Af1, Af2, Af3), Am (Am1, Am2, Am3, Am4) e Aw (Aw3, Aw4 e Aw5). A caracterização da tipologia climática está resumida na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização da Tipologia Climática baseados na classificação de KÖPPEN adaptado por Martorano et al. (1992).

Tipologia Climática	Subdivisão	Precipitação Total Anual	Caracterização
Af	Af1	> 3.000	Não apresenta estação seca, e a precipitação do mês menos chuvoso é igual ou superior a 60 mm.
	Af2	2.500-3.000	
	Af3	2.000-2.500	
Am	Am1	> 3.000	Possui moderada estação seca (3 meses) e ocorrência de precipitação média mensal inferior a 60 mm. É considerado um clima intermediário entre Af e Aw.
	Am2	2.500-3.000	
	Am3	2.000-2.500	
	Am4	1.500-2.000	
Aw	Aw3	2.000-2.500	Apresenta inverno seco bem definido (6 meses) e ocorrência de precipitação média mensal inferior a 60 mm.
	Aw4	1.500-2.000	
	Aw5	1.000-1.500	

Fonte: (Martorano et al., 1992)

A tipologia climática foi um dado oriundo de estações meteorológicas que estão em atividade ou já estiveram em atividade na região, as quais pertencem às instituições como: INMET, DEPV, EMBRAPA/CPATU, DNAEE e IDESP. Grande parte desses dados foram armazenados no Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto da Amazônia (CHSRA/SUDAM). Esses dados foram complementados com outros dados climatológicos do acervo bibliográfico. Os dados de precipitação são provenientes da maior série de dados homogêneos, bem como de séries temporais que mantêm comportamento médio. Para isso, foram usados dados de 100 estações meteorológicas, os quais, em sua maioria, possuem séries históricas superiores a 10 anos de observação (MARTORANO et al., 1992).

Os dados de deficiência hídrica provenientes de Martorano et al. (2011) foram estimados a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955) considerando a capacidade de água disponível (CAD) no solo de 300 mm dada pela fórmula:

$$CAD = \frac{(CC - PMP)}{100} * ds * H$$

Onde: *CC* = capacidade de campo; *PMP* = ponto de murcha permanente; *ds* = densidade do solo; *H* = espessura do horizonte.

Esse método permite contabilizar a água presente no solo, estimando a umidade disponível anualmente por meio da análise de elementos meteorológicos como a precipitação pluviométrica (ganho de umidade do solo) e a evapotranspiração potencial (perda de umidade do solo) (MARTORANO et al., 1992). Por meio de dados pontuais (3.840 pontos) de deficiência hídrica, os autores usaram a geoestatística para a espacialização dessa informação no estado do Pará (MARTORANO et al., 2011).

Dessa forma, verificou-se a importância do uso desse dado, sabendo-se que a deficiência hídrica afeta diretamente a produção e estabilidade da produtividade de culturas em muitas regiões do mundo (LECOEUR, SINCLAIR, 1996; HEINEMANN et al., 2009).

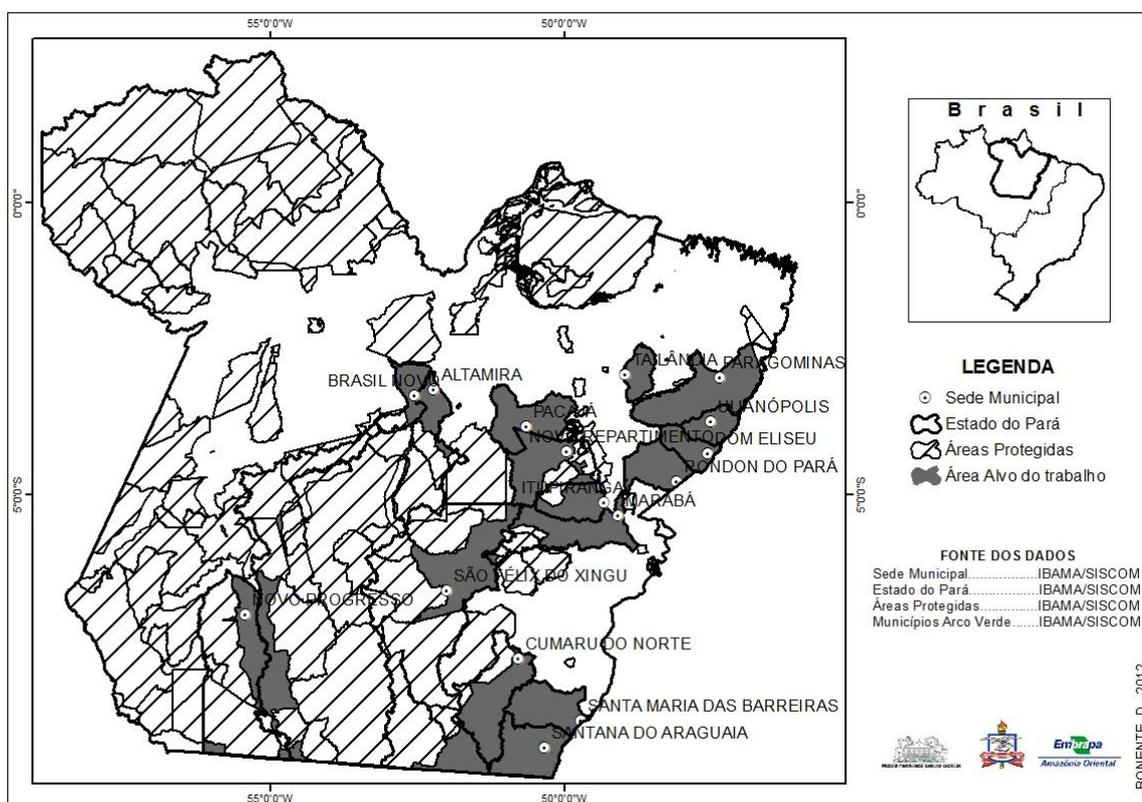
## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Arco Verde está inserido no Arco do Desmatamento ou Arco de Fogo, que é uma faixa localizada no limítrofe da Amazônia Legal com o cerrado brasileiro. O Arco Verde possui grandes porções de áreas alteradas, ou seja, contêm consideráveis taxas de desmatamento e são vulneráveis às pressões antrópicas (MARTINS; SOUZA JÚNIOR, 2011).

Esta região compreende 16 municípios paraenses a seguir: Altamira, Brasil Novo, Cumaru do Norte, Dom Eliseu, Itupiranga, Marabá, Novo Progresso, Novo Repartimento, Pacajá, Paragominas, Santa Maria das Barreiras, Rondon do Pará, Santana do Araguaia, São Félix do Xingu, Tailândia, Ulianópolis. Todavia, ressalta-se a inserção das áreas protegidas (Unidades de Conservação e Áreas Indígenas), as quais não estão contempladas como área alvo deste trabalho em função da escala ser pequena para esse nível de detalhe, embora se saiba da existência de comunidades tradicionais que habitam nessas áreas (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de localização dos municípios do Arco Verde Paraense. As áreas na cor cinza são as áreas alvo do trabalho.



Em função da extensão geográfica, o Arco Verde Paraense apresenta 8 tipologia climática de acordo com a classificação de Köppen com adaptação realizada por Martorano et al. (1992). As tipologias climáticas que ocorrem são Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4, Aw3 e Aw4. A temperatura média anual varia entre 25°C a 26.4°C e a precipitação média anual é de 1.500 mm a 2.300 mm e possuem CAD 300 mm com intervalo de 60 a 330 mm (MARTORANO et al., 1992).

O Arco Verde Paraense é uma região bem drenada e contém quatro bacias hidrográficas: do rio Amazonas, do rio Tocantins e do Atlântico (trecho Norte e Nordeste). Os principais rios da região são o Tocantins, o Araguaia e o Xingu (ANA, 2010). O relevo é classificado como predominantemente ondulado a forte ondulado, onde se localizam as serras do Carajás e a do Cachimbo (MMA/IBAMA, 2007).

A região alvo desse estudo possui 1.020.712 habitantes, o que equivale a 13,4% da população paraense. As principais atividades produtivas e socioeconômicas da região são a agropecuária, indústria e mineração (IBGE, 2010). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) varia de 0,619 do município de Itupiranga a 0,76 do município de Novo Progresso, o que são considerados intermediários, pois estão contidos em um intervalo de 0,5 a 0,8, o que é classificado de médio desenvolvimento humano (ONU, 2000).

## 5.2 PROTOCOLO DA METODOLOGIA

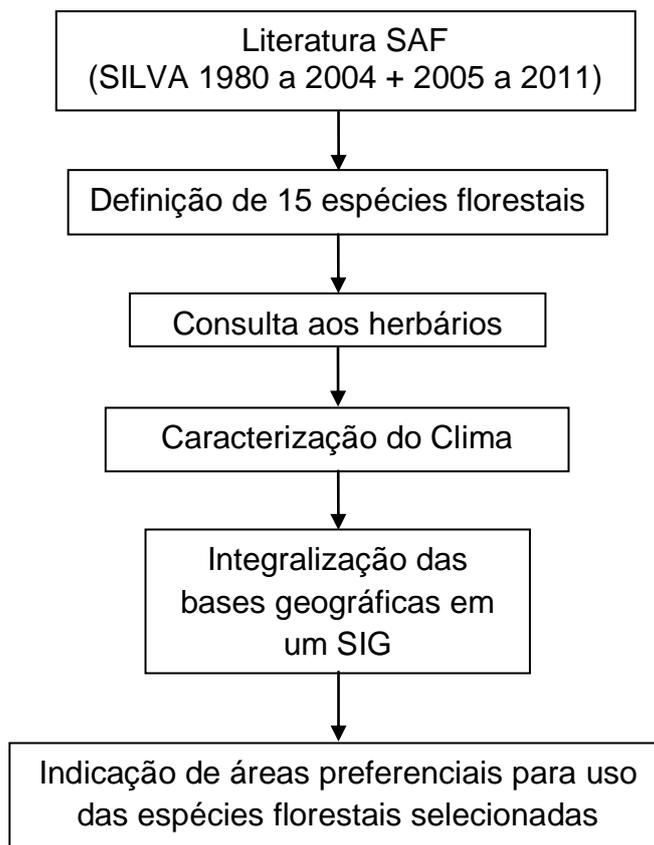
### 5.2.1 Sistematização dos dados

Este trabalho parte da abordagem da metodologia proposta por Silva (2005) e do uso dos dados de Martorano et al. (2011). Silva (2005) usa variáveis de clima e vegetação nas suas análises, enquanto que Martorano usa a deficiência hídrica, além das variáveis supracitadas. A congregação dessas variáveis é importante a fim de se definir áreas preferenciais para o plantio de espécies florestais (MARTORANO et al., 2011). A variável tipologia climática

usada neste trabalho é oriunda da precipitação e temperatura, enquanto que a deficiência hídrica, a partir do CAD, expressa o tipo de solo (características físicas). Dessa forma, em virtude da Amazônia brasileira ser constituído em torno de 40% por latossolos e 30% por argissolos (VIEIRA, 1988), considerou-se que os solos do Arco Verde Paraense teriam 70% de chance de ser um dos dois tipos dos solos mencionados.

O diagrama metodológico e as etapas gerais do trabalho são apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Esquema das etapas gerais do trabalho.



### 5.2.2 Seleção de literatura sobre SAFs

A partir do banco de dados existente em Silva (2005), buscou-se na literatura a complementação dos trabalhos científicos para identificar espécies florestais usadas em SAFs bem sucedidos desenvolvidos na Amazônia brasileira, no período de 2005 a 2011, e com a localização geográfica dos experimentos.

Ressalta-se que se optou pela busca de literaturas no âmbito da Amazônia Legal haja vista que, se ficasse limitado ao estado do Pará, a quantidade de literaturas ficaria reduzida.

Essa busca baseou-se em pesquisa na *internet* nos *sites* das principais instituições de pós-graduação do país, revistas científicas e congressos de SAFs realizados nos anos de 2006, 2009 e 2011. Realizou-se também busca em arquivos analógicos da Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e EMBRAPA Amazônia Oriental. Para isso usou-se a expressão de busca [\*amazonia ou sist\* ou agro\* ou silvi\* ou SAF\*]. Foi usado o *software* Mendeley 1.5.1 para armazenar as informações alocadas.

### 5.2.3 Seleção das espécies florestais potenciais

A seleção das espécies potenciais foi baseada nas literaturas pesquisadas (até o ano de 2011) e no trabalho apresentado por Brienza Júnior et al. (2008). As 15 espécies florestais escolhidas foram: *Bagassa guianensis* Aubl. (tatajuba), *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castanha-do-Brasil), *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba), *Cedrela odorata* L. (cedro), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (samaúma), *Cordia goeldiana* Huber (freijó), *Dipteryx odorata* (Aubl.) Wild. (cumaru), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), *Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don (parapará), *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin (morototó), *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby [*Schizolobium amazonicum* Ducke] (paricá), *Tachigali vulgaris* L.G.Silva & H.C.Lima [*Sclerolobium paniculatum* Vogel] (taxi-branco), *Swetenia macrophylla* King (mogno), *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson (ipê), *Vochysia maxima* Ducke (quaruba verdadeira).

Após a seleção das espécies florestais potenciais, foram extraídos os dados da localização geográfica dos trabalhos selecionados, conforme a localização da pesquisa de cada literatura consultada. A obtenção das informações sobre as 15 espécies florestais selecionadas se deu dentro do banco de literaturas sobre SAFs na Amazônia Legal no período de 2005 a 2011.

#### 5.2.4 Consulta aos herbários

Para ampliar o conjunto de informações georreferenciadas das espécies florestais selecionadas, realizou-se consulta e coleta de ocorrência dos dados nos seguintes herbários: Instituto Agrônômico Nacional (IAN) na EMBRAPA Amazônia Oriental, Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) e Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Nos herbários consultados foram encontradas exsicatas dos séculos XIX, XX, XXI, as quais nem todas foram contempladas com o registro de informações geográficas provenientes do Global Position System (GPS), o qual começou a ser utilizado como instrumento de pesquisa científica a partir da década de 90 do século passado. Por conta disso, para as exsicatas com carência de coordenadas geográficas, foi usado o *software* Google Earth para auxiliar na busca desse dado mediante a informação geográfica registrada nas exsicatas consultadas.

#### 5.2.5 Cruzamento dos dados geográficos

Os dados geográficos usados foram: pontos georreferenciados referentes às espécies florestais potenciais provenientes da literatura e dos herbários; tipologia climática segundo a classificação de KÖPPEN adaptado por Martorano (2011); e deficiência hídrica considerando CAD de 300 mm (MARTORANO et al., 2011).

A partir desses dados, os mesmos foram inseridos em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que é uma ferramenta capaz de armazenar, visualizar, sobrepor, cruzar e manipular dados geográficos. Usou-se a base georreferenciada do Sistema Compartilhado de Informações Ambientais (IBAMA/SISCOM), e o *software* ArcGIS 9.3 foi usado para integração das bases geográficas.

Para a caracterização das áreas do Arco Verde Paraense, fez-se o cruzamento das bases geográficas que promoveu a identificação da tipologia climática e a deficiência hídrica. Por meio de uma matriz, os dados foram registrados de forma que possibilitou a formação das zonas bioclimáticas contidas na área alvo deste trabalho.

Para identificar a distribuição geográfica das espécies florestais foram elaborados mapas com o intuito de identificar a ausência ou a presença de determinada espécie florestal nas classes de tipologia climática e deficiência hídrica espacializadas nos seguintes mapas:

- Mapa da tipologia climática da Amazônia Legal adotando a classificação de KÖPPEN adaptado por Martorano et al. (1992): esse mapa permitiu a visualização da distribuição das espécies florestais, os quais as espécies florestais foram agrupadas de acordo com a similaridade de distribuição geográfica, indicando assim, a tipologia climática que as espécies florestais estão inseridas.
- Mapa de deficiência hídrica considerando CAD é de 300 mm (MARTORANO et al., 2011): esse mapa possibilita a visualização do contexto de cada espécie florestal, podendo ser extraído o intervalo de deficiência hídrica cujo cada espécie florestal está localizada.

Observa-se que foram usadas diferentes escalas nos mapas gerados (Amazônia Legal e Pará) em função da disponibilidade da base de dados. Além disso, usou-se dados no contexto da Amazônia Legal e não somente do estado do Pará, em virtude da amplitude da localização geográfica que determinada espécie florestal poderia proporcionar, pois encontrou-se a presença de uma espécie florestal em uma determinada tipologia climática em outros estados da Amazônia Legal e que veio enriquecer o banco de dados.

As informações oriundas da base de dados Agrometeorológicos da tipologia climática e da deficiência hídrica foram inseridos em uma matriz cujo objetivo foi expressar as zonas bioclimáticas preferenciais para que cada espécie florestal seja implantada com grande possibilidade de êxito no plantio e desenvolvimento da mesma.

#### **5.2.6 Agrupamento das espécies florestais**

Após o mapeamento das espécies florestais potenciais, usou-se a estatística análise de correspondência para a definição dos grupos das espécies florestais

potenciais. Essa análise foi realizada entre as espécies florestais selecionadas e a deficiência hídrica.

Posteriormente, fez-se a análise de resíduos por meio da tabela de contingência, o qual gerou as associações significativas entre as espécies florestais e a deficiência hídrica. Para um nível de significância habitualmente adotado de 10% (nível Alfa 0,10), o resíduo deve ser superior a 1,6 (excesso de ocorrências) ou inferior a -1,6 (falta de ocorrências). Em geral, se avalia o excesso de ocorrências, então o teste é unilateral à direita.

Dessa forma, o agrupamento das espécies florestais baseou-se na deficiência hídrica, os quais congregam semelhança entre as espécies florestais.

#### **5.2.7 Identificação das áreas preferenciais**

A identificação das áreas preferências para implantação das espécies florestais foi baseada nos seguintes procedimentos:

- a) Identificação da tipologia climática que a espécie florestal está inserida
- b) Identificação do intervalo da deficiência hídrica que espécie florestal está localizada
- c) Elaboração de uma matriz para cada espécie florestal

A matriz formada pelo cruzamento dos dados de tipologia climática e deficiência hídrica permite a formação de áreas que caracterizaram a região alvo deste trabalho e, por conseguinte, a identificação das áreas preferenciais de cada espécie florestal em destaque, cujas áreas alvo foram caracterizadas e denominadas com a letra “Z”, seguido de numeração cardinal crescente.

As zonas bioclimáticas e, por conseguinte suas áreas preferenciais para indicação de plantio foram definidas pela presença das amostras das espécies florestais tanto na tipologia climática quanto nos intervalos da deficiência hídrica apresentados.

## 6 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 6.1 LITERATURA SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Na revisão bibliográfica sobre SAFs, realizada para o período de 2005 a 2011, foram encontradas 45 referências bibliográficas, que somadas às 108 anteriormente registradas por Silva (2005) de 1980 ao ano de 2004, totalizam 153 referências consultadas. A localização das experiências registradas na literatura encontrada na Amazônia Legal é apresentada na Figura 6. Ressalta-se que, em função da proximidade dos pontos geográficos, não é possível a visualização de todos os pontos nesta escala da figura.

Silva (2005) observou que as pesquisas realizadas com SAF presentes nas literaturas encontradas (pontos geográficos) estão localizadas nas proximidades das capitais ou dos grandes centros urbanos (Figura 4). Essa afirmação é confirmada nesta pesquisa, haja vista que as pesquisas (2005-2011) encontradas nas literaturas não tiveram muitas variações em relação aos pontos geográficos registrados pelo autor mencionado.

O Pará é o estado que lidera a freqüência de pesquisas com SAFs com 58 literaturas (37,9%), seguido por Amazonas com 28 (18,3%) e Roraima com 25 (16,3%). É importante ressaltar que essas freqüências referem-se às 153 literaturas encontradas, portanto não expressam um resultado absoluto (Figura 5).

Embora o Pará seja o estado que possui maior número de literaturas, observou-se que possui pouca pesquisa científica no Arco Verde Paraense, pois há somente 10 (17,2%). Estas pesquisas estão localizadas em apenas 3 municípios que são: 6 (60%) em Paragominas, 3 (30%) em São Domingos do Araguaia e 1 (10%) em Brasil Novo (Figura 4 e 6). Dessa forma, as pesquisas estão restritas as principais sedes municipais e/ou proximidades. Esse fato mostra a importância do presente trabalho em gerar informações válidas para a região do Arco Verde do Pará, uma vez que o Governo Federal e a sociedade civil poderão melhor embasar programas de recomposição de paisagens alteradas, para oportunizar a reincorporação das áreas alteradas ao processo produtivo.

Figura 4 – Distribuição das literaturas sobre SAFs por ano na Amazônia Legal (1980 a 2004 e 2005 a 2011).

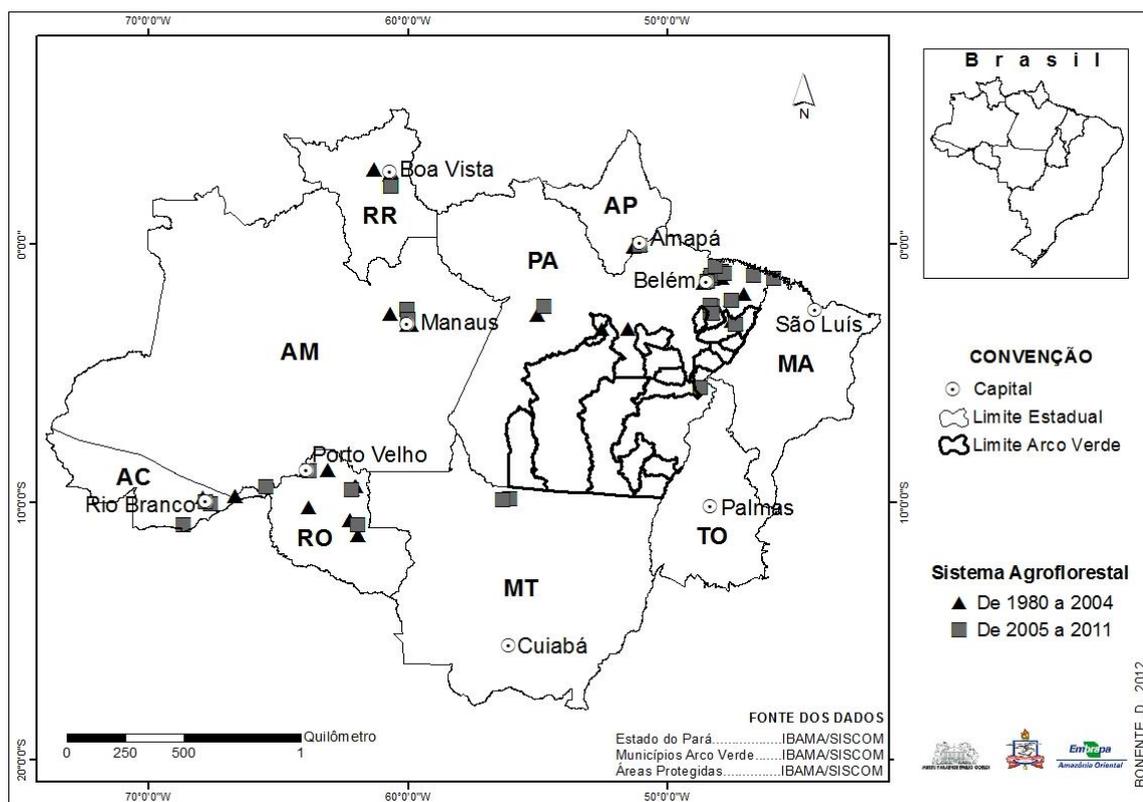


Figura 5 – Número de literatura (n=153) sobre SAFs por estado da Amazônia Legal (1980 a 2004 e 2005 a 2011).

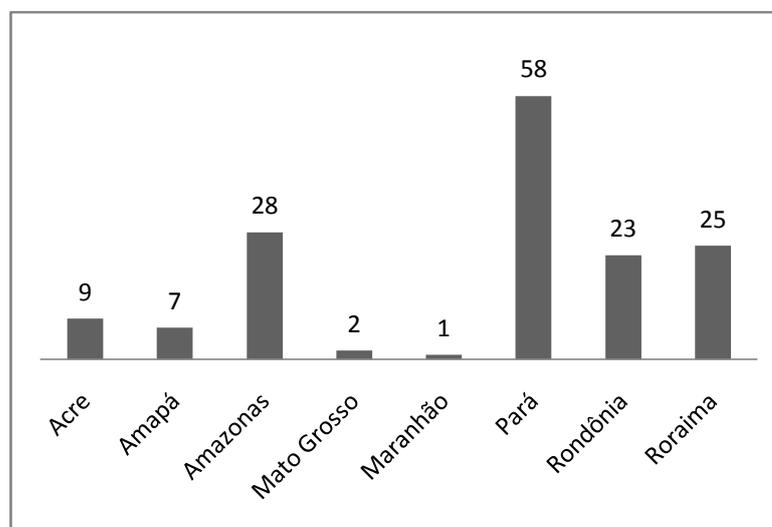
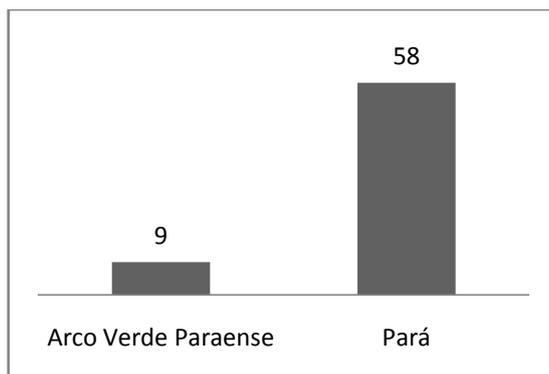


Figura 6 – Número de literatura no Pará e no Arco Verde paraense (1980 a 2004 e 2005 a 2011).



Constatou-se que, do total de literaturas encontradas (n=153), as espécies florestais de maior frequência (Tabela 3) são: *B. excelsa* com 40 literaturas; *S. macrophylla* com 26; e *S. parahyba var. amazonicum* com 25. Essas espécies florestais foram as mais citadas nas literaturas por conta de sua importância econômica e ambiental, de uma vez que podem ser usadas na indústria madeireira e para o extrativismo, no caso da castanha-do-pará.

Tabela 3 – Frequência e percentagem das espécies florestais citadas na literatura (n=153).

Nome Comum	Nome Científico	Freq.	%
<b>Castanha-do-Pará*</b>	<b><i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.</b>	<b>40</b>	<b>26,1</b>
<b>Mogno*</b>	<b><i>Swetenia macrophylla</i> King</b>	<b>26</b>	<b>17,0</b>
<b>Paricá*</b>	<b><i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby</b>	<b>25</b>	<b>16,3</b>
<b>Andiroba*</b>	<b><i>Carapa guianensis</i> Aubl.</b>	<b>17</b>	<b>11,1</b>
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	14	9,2
Acácia Mangium	<i>Racosperma mangium</i> (Willd.) Pedley	11	7,2
<b>Cumarú*</b>	<b><i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.</b>	<b>10</b>	<b>6,5</b>
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	10	6,5
Mogno africano	<i>Kahya ivorensis</i>	9	5,9
<b>Cedro*</b>	<b><i>Cedrela odorata</i> L.</b>	<b>8</b>	<b>5,2</b>
<b>Freijó*</b>	<b><i>Cordia goeldiana</i> Huber</b>	<b>8</b>	<b>5,2</b>
Cedro-doce	<i>Bombacopsis trinitensis</i> (Urb.) A. Robyns	7	4,6
<b>Taxi-branco*</b>	<b><i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva &amp; H.C.Lima</b>	<b>7</b>	<b>4,6</b>
Nim indiano	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	5	3,3
Sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	5	3,3
<b>Tatajuba*</b>	<b><i>Bagassa guianensis</i> Aubl.</b>	<b>5</b>	<b>3,3</b>
Cerejeira	<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A.C.Sm.	4	2,6
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	4	2,6
<b>Parapará*</b>	<b><i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don</b>	<b>4</b>	<b>2,6</b>
Saman	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	4	2,6
Amarelão	<i>Apuleia molaris</i> Spruce ex Benth.	3	2,0
Freijó-louro	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	3	2,0
<b>Ipê*</b>	<b><i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson</b>	<b>3</b>	<b>2,0</b>
<b>Jatobá*</b>	<b><i>Hymenaea courbaril</i> L.</b>	<b>3</b>	<b>2,0</b>
<b>Samaúma*</b>	<b><i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.</b>	<b>3</b>	<b>2,0</b>
Arara-tucupi	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	2	1,3
Barbatimão	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	2	1,3
Copaíba	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	2	1,3
Eritrina	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	2	1,3
<b>Morototó*</b>	<b><i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. &amp; Frodin</b>	<b>2</b>	<b>1,3</b>
Mulateiro	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.	2	0,7
Palheteira	<i>Clitoria racemosa</i> Benth.	2	0,7
Pau-rainha	<i>Centrolobium paraense</i> Tul.	2	0,7
<b>Quaruba verdadeira*</b>	<b><i>Vochysia máxima</i> Ducke</b>	<b>2</b>	<b>0,7</b>
Acácia	<i>Racosperma auriculiforme</i> (A. Cunn. ex Benth.) Pedley	1	0,7
Andiroba	<i>Carapa procera</i> DC.	1	0,7
Aroeira	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	1	0,7
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	1	0,7
Cedro australiano	<i>Toona ciliata</i> M.Roem.	1	0,7
Copaíba	<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	1	0,7
Eritrina	<i>Erythrina berteriana</i> Urb.	1	0,7
Eritrina	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	1	0,7
Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Moinho ex Maiden	1	0,7
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> subsect. <i>tereticornis</i> Blak	1	0,7
Eucalipto	<i>Eucalyptus urophylla</i> ST Blake	1	0,7
Guariúba-amarela	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	1	0,7
Ipê branco	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	1	0,7
Ipê roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i> Lorentz ex Griseb.	1	0,7
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	1	0,7
Jacareúba	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1	0,7
Louro-pirarucu	<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	1	0,7
Macacaporanga	<i>Aniba parviflora</i> (Meisn.) Mez	1	0,7
Mutumba preta	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	0,7
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	1	0,7
Tauari	<i>Couratari macrosperma</i> A.C.Sm.	1	0,7
Breu sucuruba	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	1	0,7
Angelim pedra	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	1	0,7

\* Em destaque (negrito), as 15 espécies florestais potenciais selecionadas.

Verifica-se a importância da busca de literaturas para este trabalho, pois possibilitou a reunião dos dados em curto intervalo de tempo, além de amenizar a necessidade da ida ao campo a fim de coletar informações *in loco*, uma vez que os trabalhos selecionados armazenaram informações que proporcionaram condições de avaliação do bom desempenho de determinada espécie florestal.

## 6.2 ZONAS BIOCLIMÁTICAS DOS MUNICÍPIOS DO ARCO VERDE PARAENSE

Com o uso do SIG, foram identificadas 24 zonas bioclimáticas a partir do cruzamento da tipologia climática e deficiência hídrica (Figura 7a, 7b e 7c). Essas áreas foram alocadas em uma matriz, o qual possibilitou a identificação de zonas bioclimáticas de acordo com o cruzamento realizado entre a tipologia climática e a deficiência hídrica (Tabela 4).

No estado do Pará, e em especial no Arco Verde Paraense, possui diversidade climática e grande variação da deficiência hídrica. Esse fato mostra a necessidade de embasamento científico na indicação para plantio de espécies florestais nessa área, uma vez que são áreas que possui variação na tipologia climática e deficiência hídrica entre suas zonas bioclimáticas.

Figura 7a – Mapa das zonas bioclimáticas do Arco Verde paraense. Intersecção entre clima e deficiência hídrica, formou-se Zn.

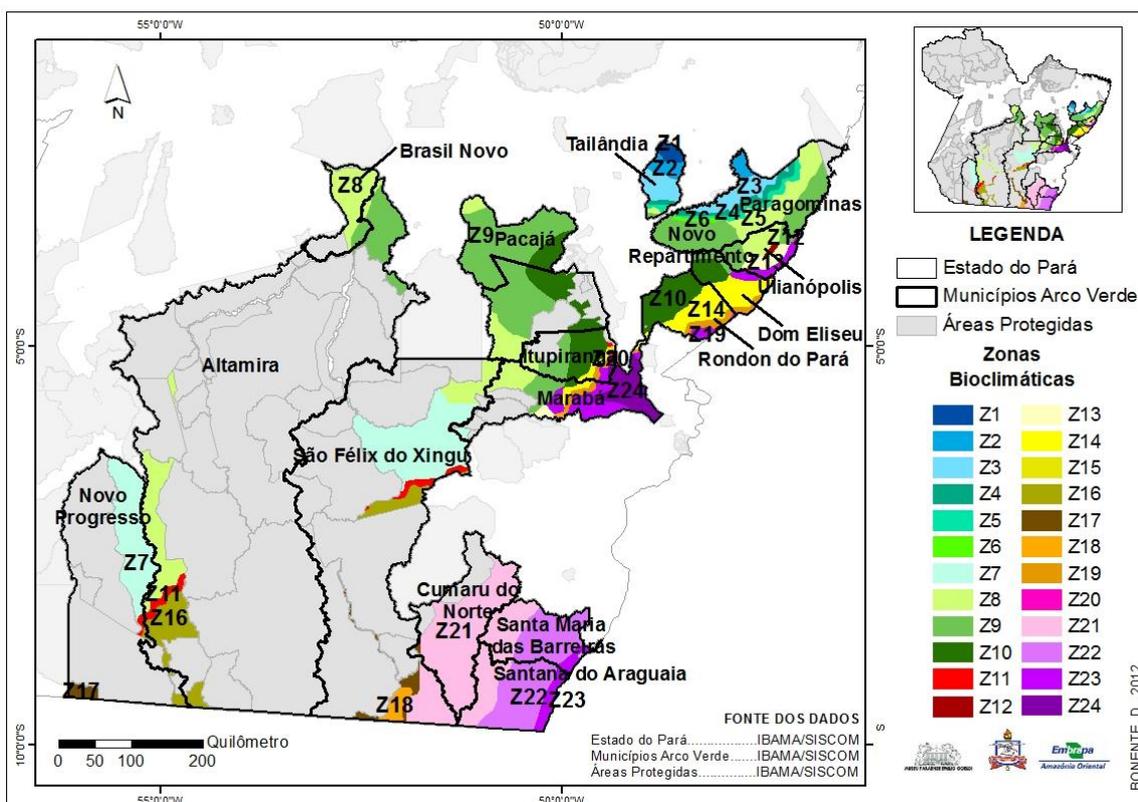


Figura 7b – Mapa das zonas bioclimáticas do Arco Verde paraense (ampliado centro-nordeste). Intersecção entre clima e deficiência hídrica, formou-se Zn.

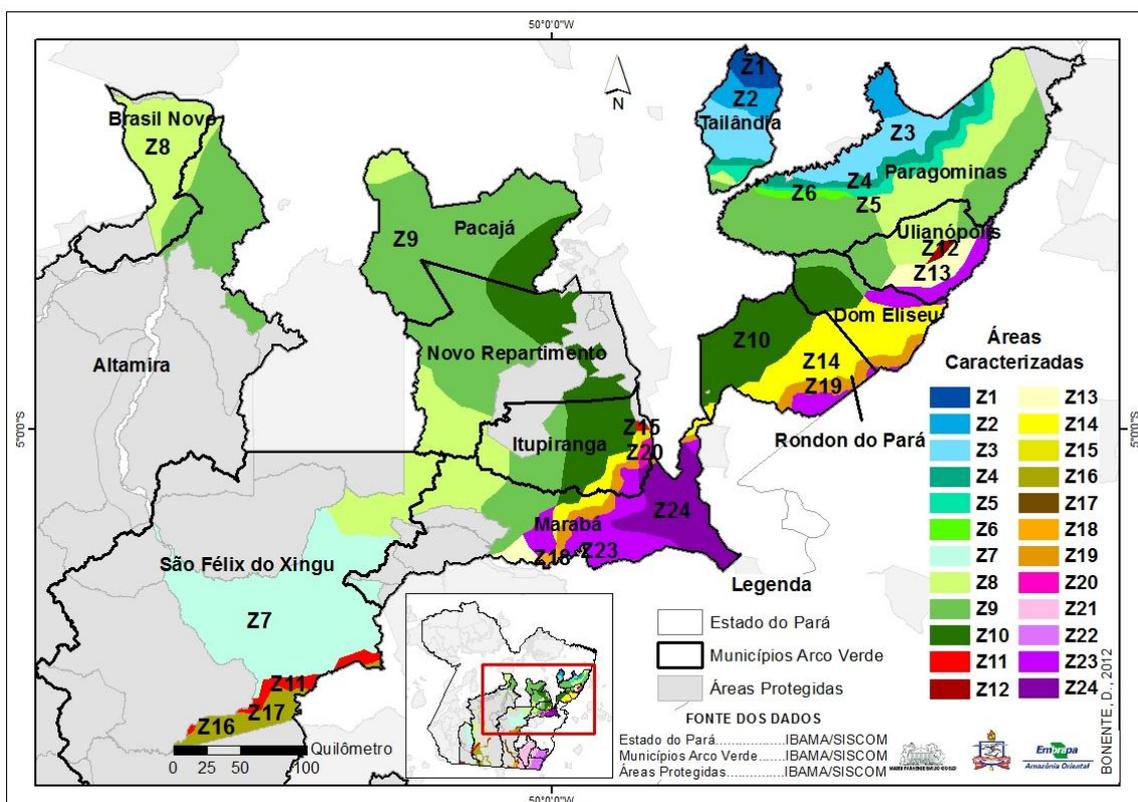


Figura 7c – Mapa das zonas bioclimáticas do Arco Verde paraense (ampliado sul-sudeste). Intersecção entre clima e deficiência hídrica, formou-se Zn.

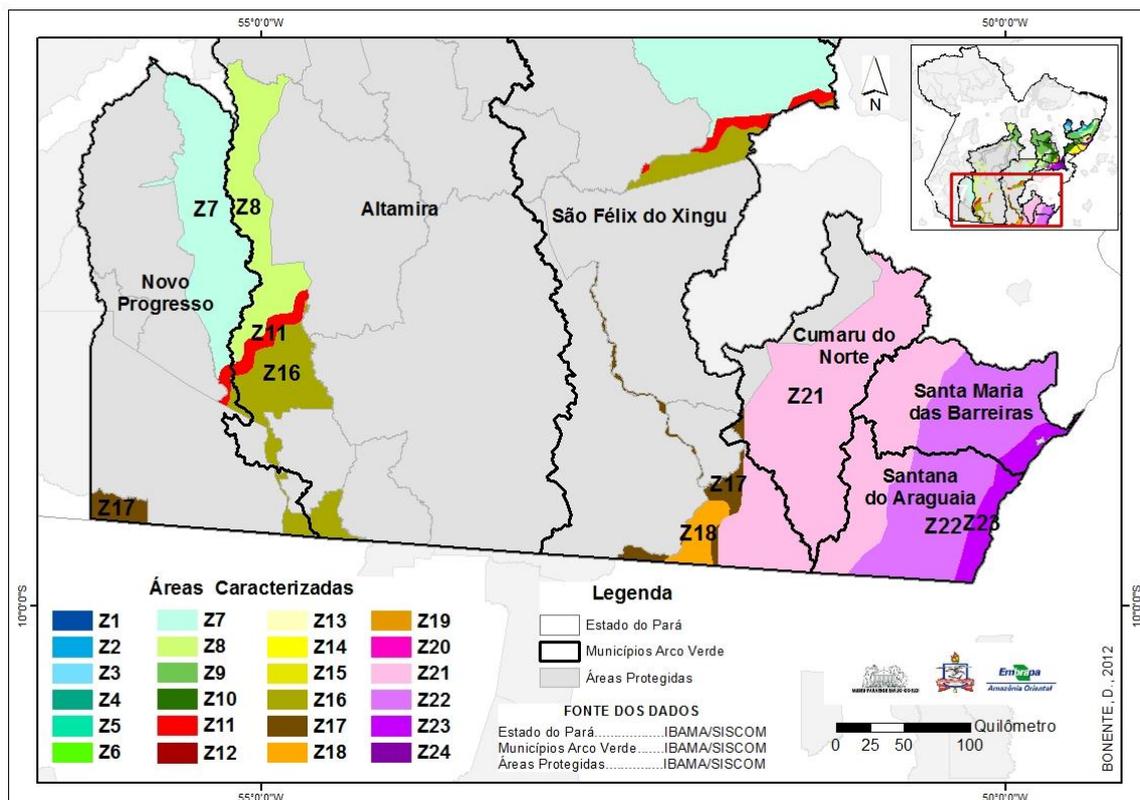


Tabela 4 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica. O “Zn” são as zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense.

Def. Hídrica (mm)	Af2	Af3	Am1	Am2	Am3	Am4	Aw3	Aw4
60,1-120	Z1	Z2			Z7	Z11	Z16	
120,1-180		Z3	Z4	Z5	Z8	Z12	Z17	Z21
180,1-240				Z6	Z9	Z13	Z18	Z22
240,1-300					Z10	Z14	Z19	Z23
300,1-360						Z15	Z20	Z24

As zonas bioclimáticas estão distribuídas no espaço geográfico de acordo com a Tabela 5. As áreas caracterizadas com maior extensão territorial são Z7, Z8, Z9 e Z21, que juntas equivalem a 59,6% dos 16 municípios do Arco Verde Paraense. Essas áreas foram formadas a partir dos climas Am3 e Aw4 cuja extensão é cerca de 80% da área alvo. Portanto, verifica-se que grande parte do Arco Verde Paraense são formados a partir de climas que variam de intermediário (Am) a seco (Aw), e que por possuírem menor pluviosidade, podem ser considerados climas mais críticos em relação ao Af.

Tabela 5 – Área e percentagem das zonas bioclimáticas nos municípios do Arco Verde paraense.

<b>Zona Bioclimática</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Z1	82.292,8	0,50
Z2	177.832,5	1,00
Z3	113.001,2	0,7
Z4	182.767,1	1,00
Z5	159.131,4	0,90
Z6	43.872,8	0,20
Z7	2.176.069,0	12,40
Z8	2.549.959,0	14,50
Z9	3.288.706,0	18,80
Z10	1.330.562,0	7,60
Z11	190.012,1	1,10
Z12	12.201,8	0,10
Z13	155.494,3	0,90
Z14	584.188,3	3,30
Z15	10.149,4	0,10
Z16	777.907,1	4,40
Z17	278.700,6	1,60
Z18	129.209,5	0,70
Z19	211.459,3	1,20
Z20	18.363,3	0,10
Z21	2.433.630,0	13,90
Z22	1.216.192,0	7,00
Z23	1.054.821,0	6,00
Z24	355.544,7	2,00
<b>Total</b>	<b>17.532.067,0</b>	<b>100,00</b>

Observou-se também que os municípios alvos possuem de dois a 10 zonas bioclimáticas diferentes (Tabela 6). O município de Itupiranga e Marabá destacam-se com 10 zonas bioclimáticas distintas, seguido de Paragominas e Tailândia com 7. Isso reafirma a necessidade de conhecimento climático dessas áreas, a fim de que as espécies indicadas possam ter êxito no seu desenvolvimento. Um determinado município pode conter várias zonas bioclimáticas, o que mostra que uma determinada espécie florestal pode ser indicada para uma determinada porção municipal, todavia pode não ser indicada para outra diferente porção do mesmo município.

Tabela 6 – Total de zonas bioclimáticas dos municípios nos municípios do Arco Verde paraense.

<b>Municípios Alvo</b>	<b>Zonas Bioclimáticas</b>	<b>Total</b>
Altamira	Z8, Z9, Z11, Z16	4
Brasil Novo	Z8, Z9	2
Cumaru do Norte	Z17, Z21	2
Dom Eliseu	Z9, Z10, Z14, Z19, Z23	5
Itupiranga	Z8, Z9, Z10, Z11, Z14, Z15, Z19, Z20, Z23, Z24	10
Marabá	Z7, Z8, Z9, Z10, Z13, Z14, Z18, Z19, Z23, Z24	10
Novo Progresso	Z7, Z11, Z16, Z17	4
Novo Repartimento	Z8, Z9, Z10	3
Pacajá	Z8, Z9, Z10	3
Paragominas	Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z8, Z9	7
Rondon do Pará	Z10, Z14, Z19, Z23	4
São Félix do Xingu	Z7, Z8, Z11, Z16, Z17, Z18	6
Santa Maria das Barreiras	Z21, Z22, Z23	3
Santana do Araguaia	Z21, Z22, Z23	3
Tailândia	Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z8, Z9	7
Ulianópolis	Z8, Z9, Z12, Z13, Z23	5

É válido citar que os municípios citados na Tabela X, embora possuam de dois a 10 zonas bioclimáticas, esses, por sua vez podem não possuem 100% da área das zonas bioclimáticas contidas nos mesmos, visto que essas zonas bioclimáticas ultrapassam os limites municipais.

### 6.3 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESPÉCIES FLORESTAIS POTENCIAIS

As localizações geográficas das espécies florestais potenciais confirmam o que já havia sido constatado nas literaturas, ou seja, o Arco Verde Paraense é praticamente desprovido de informações científicas que sustentem indicação de espécies florestais para reflorestamento. Além disso, os dados dos herbários, em geral, seguem o curso dos rios e das estradas, restringindo ainda mais a amplitude da informação.

A distribuição espacial das espécies florestais potenciais, na Amazônia Legal, possibilitou visualizar a afinidade que cada espécie possui com as respectivas tipologias climáticas. Com isso, constatou-se que as tipologias climáticas Am1, Am2 e Am3 são válidas para as 15 espécies florestais potenciais, o que equivale aproximadamente 56% do Arco Verde paraense. Portanto, isso é importante e necessário verificar, uma vez que a área alvo deste trabalho é delimitada pelas tipologias climáticas Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4, Aw3 e Aw4.

Isso significa que as tipologias climáticas Af2, Af3, Am4, Aw3 e Aw4, que abrangem em torno de 44% da área alvo, necessitam de análise para a indicação das espécies florestais potenciais (Tabela 7).

Tabela 7 – Tipologia climática, área e percentagem na Amazônia e no Arco Verde paraense.

Tipologia Climática	Área (ha) Amazônia		Área (ha) Arco Verde paraense	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Af1	19.020.667,6	3,98	-	-
Af2	46.983.160,5	9,82	82.099,0	0,47
Af3	84.253.856,0	17,62	620.515,7	3,58
Am1	8.777.178,2	1,84	182.866,1	1,06
Am2	25.872.359,4	5,41	204.241,8	1,18
Am3	139.812.350,6	29,23	9.321.524,0	53,83
Am4	19.636.607,8	4,11	1.121.098,0	6,47
Aw3	306.824,8	0,06	1.270.053,0	7,33
Aw4	118.241.574,5	24,72	4.513.634,0	26,07
Aw5	15.337.647,1	3,21	-	-
<b>Total</b>	<b>478.242.226,5</b>	<b>100,00</b>	<b>17.316.032</b>	<b>100,00</b>

A deficiência hídrica é uma importante variável a ser considerada. Esta variável foi utilizada somente para o estado do Pará em função da disponibilidade do dado. Os intervalos de deficiência hídrica comuns entre as espécies florestais potenciais encontrados variaram de 60,1 a 240 mm, ou seja, áreas que estão inseridas nesse intervalo são preferenciais para a implantação de qualquer espécie florestal potencial. Contudo, as áreas compreendidas entre 240,1 a 360 mm resultam em aproximadamente 3.077.687,0 ha (17,62%) da área alvo restante, têm limitações naturais em função das distintas deficiências hídricas (Tabela 8).

Tabela 8 – Intervalos de deficiência hídrica com respectivas área e percentagem, no Estado do Pará e no Arco Verde paraense.

Deficiência hídrica (mm)	Área (ha) Pará		Área (ha) Arco Verde paraense	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
0 - 60	5.557.414,8	4,08	-	-
60,1 - 120	45.597.889,6	33,48	3.917.911,0	22,43
120,1 - 180	45.827.343,1	33,65	5.446.638,0	31,18
180,1 - 240	29.438.949,7	21,61	5.027.464,0	28,78
240,1 - 300	8.415.415,8	6,18	2.683.213,0	15,36
300,1 - 360	1.368.144,9	1,00	394.474,0	2,26
<b>Total</b>	<b>136.205.157,9</b>	<b>100,00</b>	<b>17.469.700,0</b>	<b>100,00</b>

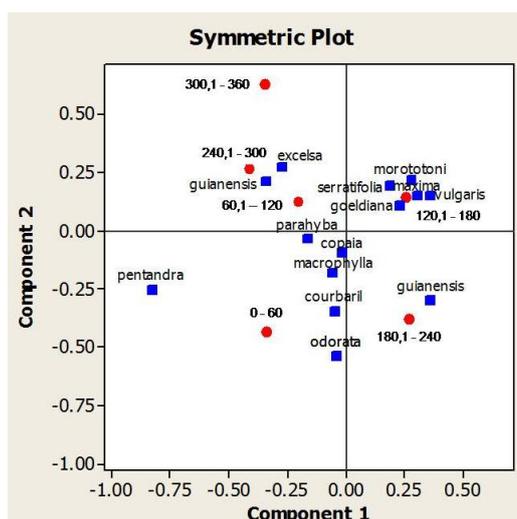
A freqüência das espécies florestais é distribuída ao longo dos intervalos propostos de deficiência hídrica (Tabela 9). Essa tabela proporcionou subsídio para a manipulação dos dados na análise de correspondência, o que resultou na formação de três grupos distintos.

Na análise de correspondência realizada entre as espécies florestais potenciais e a deficiência hídrica constatou-se que as espécies florestais do Grupo 1 estão inseridas em todas os intervalos de deficiência hídrica. As espécies florestais do Grupo 2 estão compreendidas em um intervalo de deficiência hídrica entre 0 a 300 mm. E as espécies florestais que formam o Grupo 3, o qual é menos abrangente em relação aos demais grupos, estão presentes em um intervalo de 0 a 240 mm (Figura 8).

Tabela 9 – Distribuição da freqüência das espécies florestais potenciais em função dos intervalos de deficiência hídrica estudados no Arco Verde paraense.

Grupo	Esp. Florestal	Def. Hídrica (mm)						
		0 - 60	60,1 - 120	120,1 - 180	180,1 - 240	240,1 - 300	300,1 - 360	
1	<i>J. copaia</i>	6	10	14	9	4	1	
	<i>T. serratifolia</i>	3	4	13	2	1	1	
	<i>B. excelsa</i>	5	18	14	3	4	2	
2	<i>C. guianensis</i>	7	17	16	2	8	0	
	<i>C. pentandra</i>	3	3	1	0	1	0	
	<i>D. odorata</i>	4	5	14	1	2	0	
	<i>H. courbaril</i>	5	5	7	7	3	0	
	<i>S. morototoni</i>	1	7	13	3	1	0	
	<i>S. parahyba</i> <i>var. amazonicum</i>	3	9	6	3	1	0	
	<i>S. macrophylla</i>	2	6	4	4	1	0	
	<i>T. vulgaris</i>	2	8	26	8	4	0	
	3	<i>B. guianensis</i>	3	3	9	5	0	0
		<i>C. goeldiana</i>	1	5	7	2	0	0
<i>C. odorata</i>		5	4	5	4	0	0	
<i>V. maxima</i>		0	6	7	3	0	0	

Figura 8 – Representação gráfica da Análise de Correspondência em função das espécies florestais potenciais e dos intervalos de deficiência hídrica.



No cálculo do resíduo padronizado ajustados foram encontradas as associações significativas, considerando-se um nível alfa 0,10. *C. odorata*, *C. pentandra* e *D. odorata* apresentam associação significativa com o intervalo de 0 – 60 mm de deficiência hídrica; *B. excelsa* está associada significativamente com o intervalo de 60,1 – 120 mm de deficiência hídrica; *S. morototoni*, *T. serratifolia*, e *T. vulgaris* possuem associação significativa com o intervalo de 120,1 – 180 mm de deficiência hídrica; *H. courbaril* possui associação significativa com o intervalo de 180,1 – 240 mm de deficiência hídrica; *C. guianensis* apresenta associação significativa com o intervalo de 240,1 – 300 mm de deficiência hídrica; *B. excelsa* e *T. serratifolia* está associada significativamente com o intervalo de 300,1 – 360 mm de deficiência hídrica (Tabela 10).

Tabela 10 – Tabela de Contingência com resíduos padronizados ajustados em função das espécies florestais potenciais e dos intervalos de deficiência hídrica.

Esp. Florestal	Def. Hídrica (mm)					
	0 - 60	60,1 - 120	120,1 - 180	180,1 - 240	240,1 - 300	300,1 - 360
<i>B. guianensis</i>	0,3001	-1,2747	0,7669	1,3141	-1,2624	-0,4624
<i>B. excelsa</i>	-0,4196	<b>1,8992*</b>	-0,9713	-1,685	0,4683	<b>2,4169*</b>
<i>C. guianensis</i>	0,2683	1,1214	-0,7732	-2,3035	<b>2,6508*</b>	-0,7619
<i>C. odorata</i>	<b>1,9438*</b>	-0,5029	-0,8238	0,904	-1,1944	-0,4375
<i>C. pentandra</i>	<b>2,1103*</b>	0,648	-1,4466	-1,192	0,6106	-0,2879
<i>C. goeldiana</i>	-0,7261	0,5265	0,7961	-0,1656	-1,0861	-0,3978
<i>D. odorata</i>	<b>1,9438*</b>	-0,5029	-0,8238	0,904	-1,1944	-0,4375
<i>H. courbaril</i>	0,9185	-1,0703	-1,2276	<b>1,6815*</b>	0,8578	-0,5423
<i>J. copaia</i>	0,173	-0,7349	-0,7456	1,1145	0,5654	0,8939
<i>S. morototoni</i>	-1,362	0,071	<b>1,6122*</b>	-0,4105	-0,613	-0,5204
<i>S. parahyba var. amazonicum</i>	0,1187	1,4633	-0,9661	-0,1613	-0,4698	-0,4862
<i>S. macrophylla</i>	0,1323	0,7472	-1,1705	1,0324	-0,19	-0,4246
<i>T. serratifolia</i>	-0,0475	-1,2149	<b>1,8044*</b>	-0,9231	-0,5669	<b>1,6019*</b>
<i>T. vulgaris</i>	-1,9114	-1,776	<b>2,6379*</b>	0,3831	0,375	-0,7444
<i>V. maxima</i>	-1,5653	0,9259	0,5766	0,4511	-1,1232	-0,4114

\* Em destaque (negrito) os valores das associações significativas das espécies florestais.

## 6.4 AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS POTENCIAIS

As espécies florestais potenciais estudadas foram reunidas em três grupos (Tabela 11).

Tabela 11 – Grupo de espécies florestais selecionados por semelhanças climáticas.

<b>Grupo</b>	<b>Espécie Florestal</b>
<b>G1</b>	<i>J. copaia</i> , <i>T. serratifolia</i> e <i>B. excelsa</i>
<b>G2</b>	<i>C. guianensis</i> , <i>C. pentandra</i> , <i>D. odorata</i> , <i>H. courbaril</i> , <i>S. morotoni</i> , <i>S. parahyba var. amazonicum</i> , <i>S. macrophylla</i> e <i>T. vulgaris</i>
<b>G3</b>	<i>B. guianensis</i> , <i>C. goeldiana</i> , <i>C. odorata</i> , e <i>V. maxima</i>

### 6.4.1 Grupo 1

O grupo 1 é composto por *J. copaia*, *T. serratifolia* e *B. excelsa*. Essas espécies florestais possuem distribuição geográfica ampla e abrange grande parte da Amazônia Legal. Essas espécies florestais foram localizadas nas tipologias climáticas Af1, Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4, Aw3 e Aw4, com deficiência hídrica variando de 0 a 360 mm (Figuras 9 e 10).

Figura 9 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 1. Mapa de Tipologia Climática da Amazônia Legal.

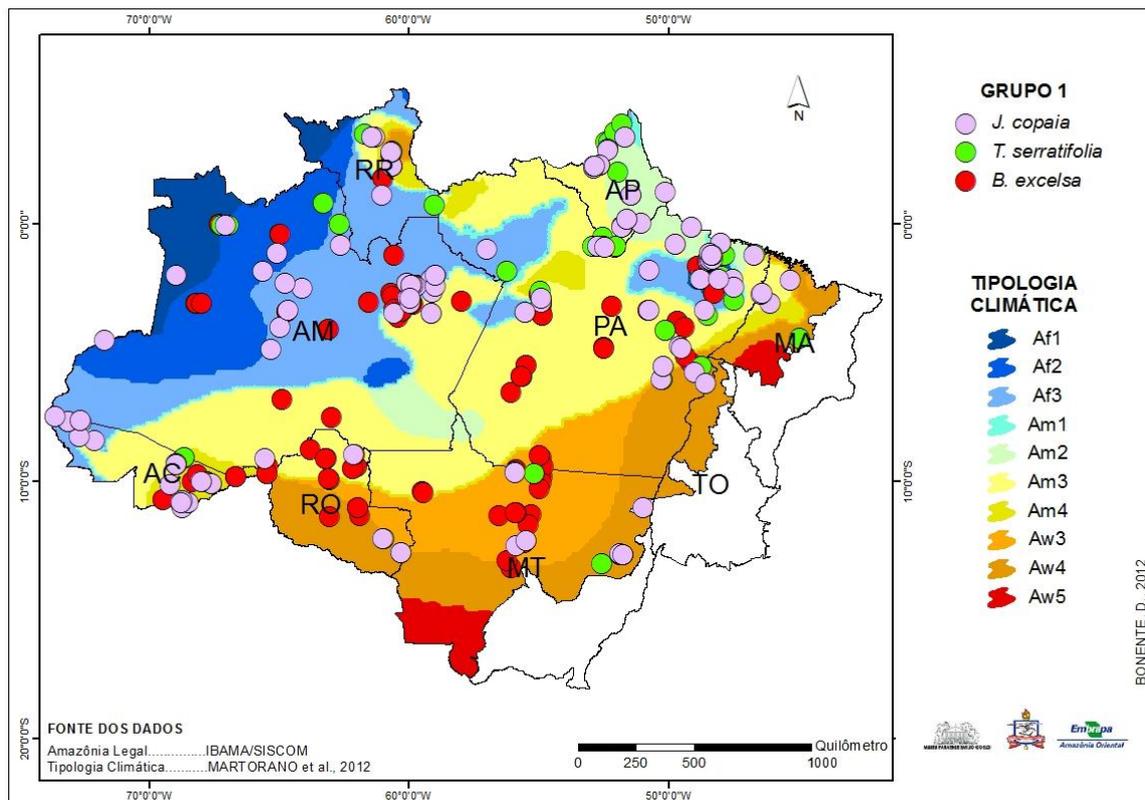
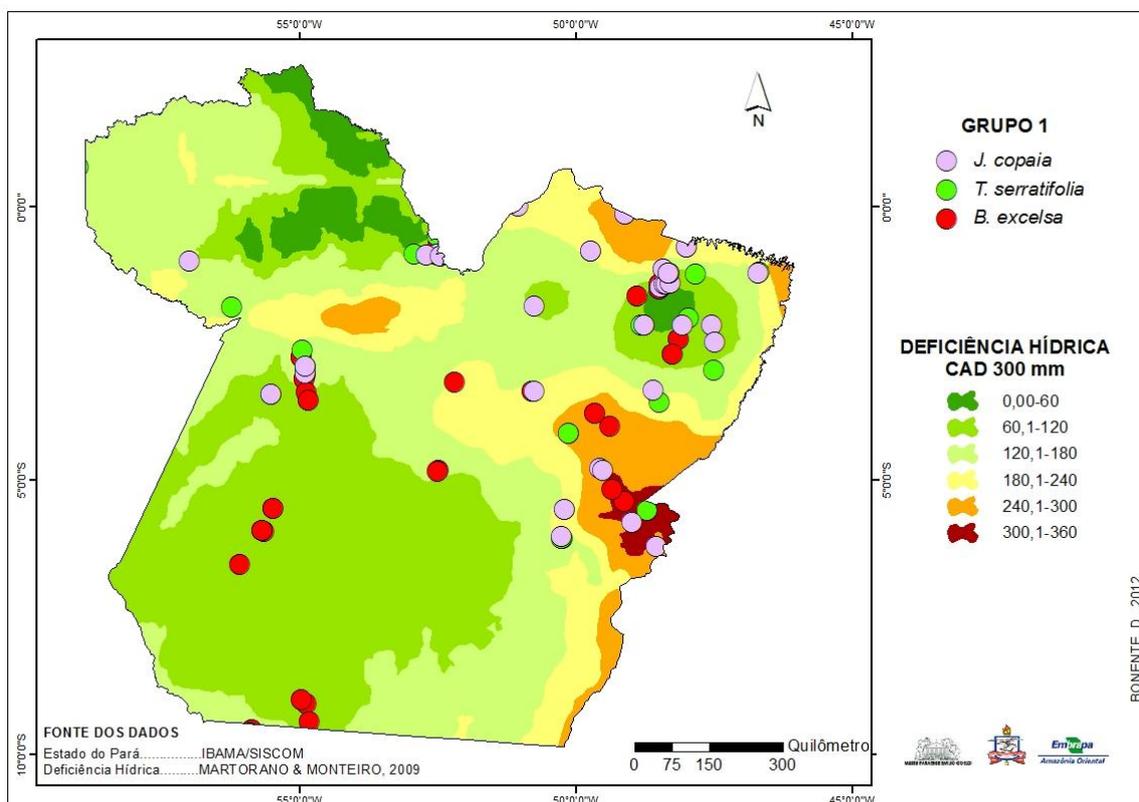


Figura 10 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 1. Mapa de Deficiência Hídrica do estado do Pará.

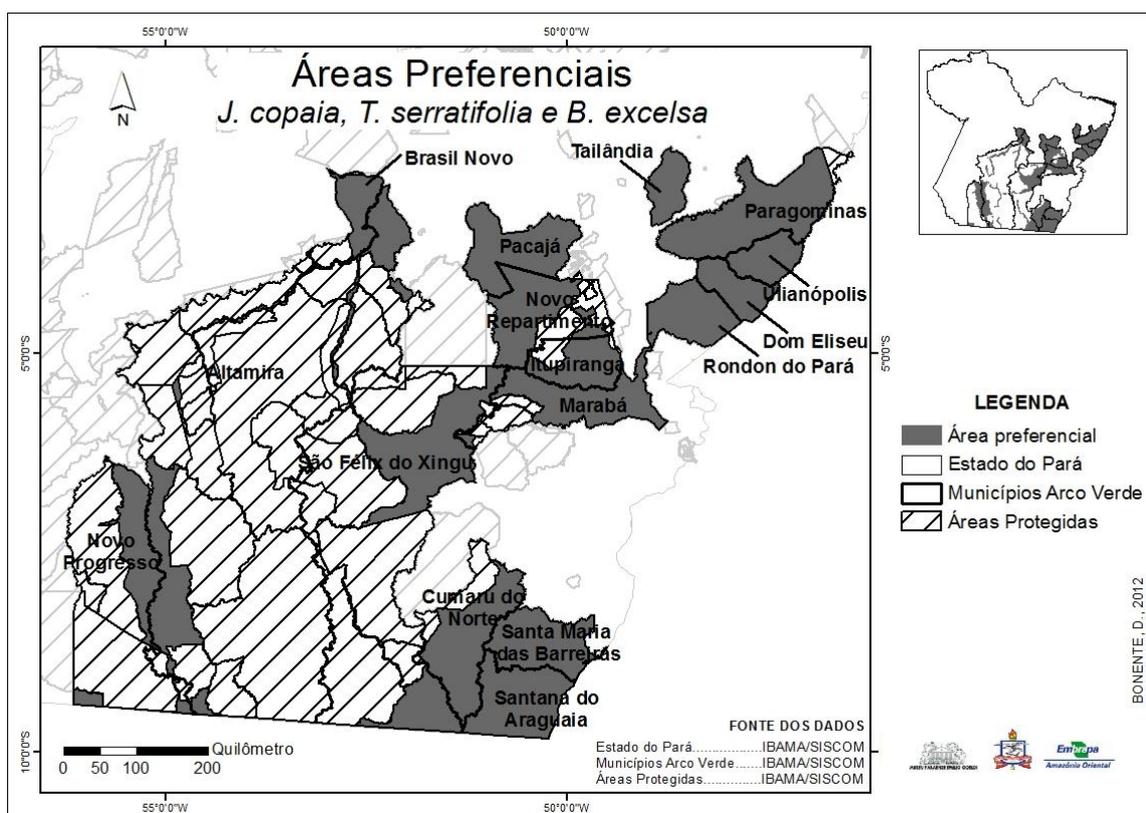


Portanto, essas espécies florestais possuem áreas preferenciais semelhantes e podem ser indicadas para plantio em 24 zonas bioclimáticas, ou seja, em 17.532.067,0 ha (100%) da área do Arco Verde Paraense (Tabela 12 e Figura 11).

Tabela 12 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais *J. copaia*, *T. serratifolia* e *B. excelsa*. O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.

Def. Hídrica (mm)	Af2	Af3	Am1	Am2	Am3	Am4	Aw3	Aw4
60,1-120	Z1	Z2			Z7	Z11	Z16	
120,1-180		Z3	Z4	Z5	Z8	Z12	Z17	Z21
180,1-240				Z6	Z9	Z13	Z18	Z22
240,1-300					Z10	Z14	Z19	Z23
300,1-360						Z15	Z20	Z24

Figura 11 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *J. copaia*, *T. serratifolia* e *B. excelsa*.



#### 6.4.2 Grupo 2

O segundo grupo abrange as espécies *C. guianensis*, *C. pentandra*, *D. odorata*, *H. courbaril*, *S. morototoni*, *S. macrophylla*, *S. parahyba* var. *amazonicum* e *T. vulgaris* as quais possuem localizações geográficas semelhantes (Figuras 12 e 13).

Figura 12 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 2. Mapa de Tipologia Climática da Amazônia Legal.

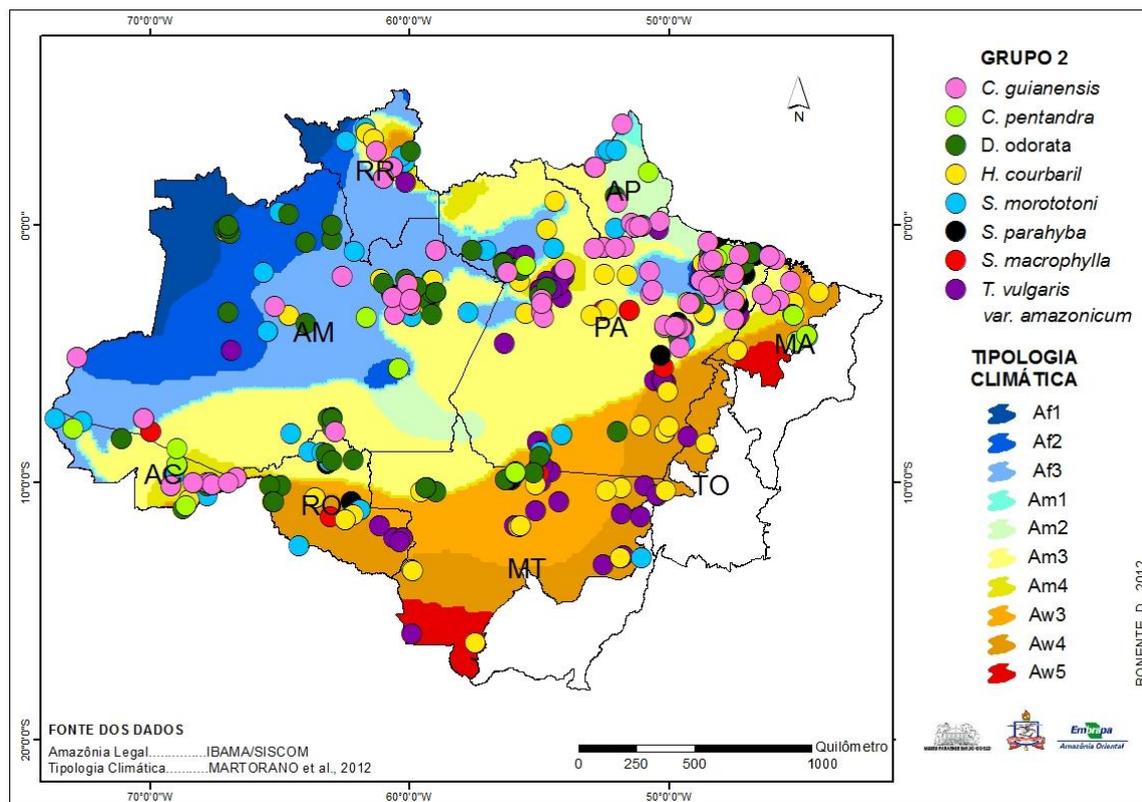
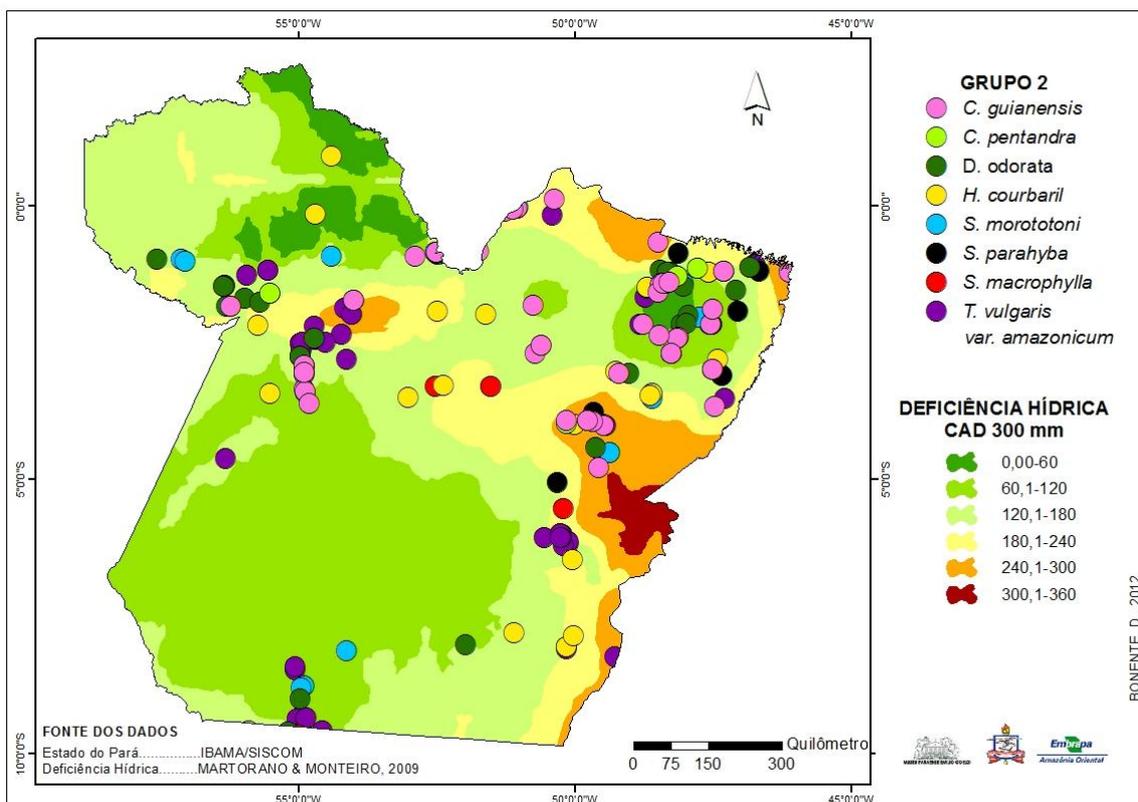


Figura 13 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 2. Mapa de Deficiência Hídrica do estado do Pará.

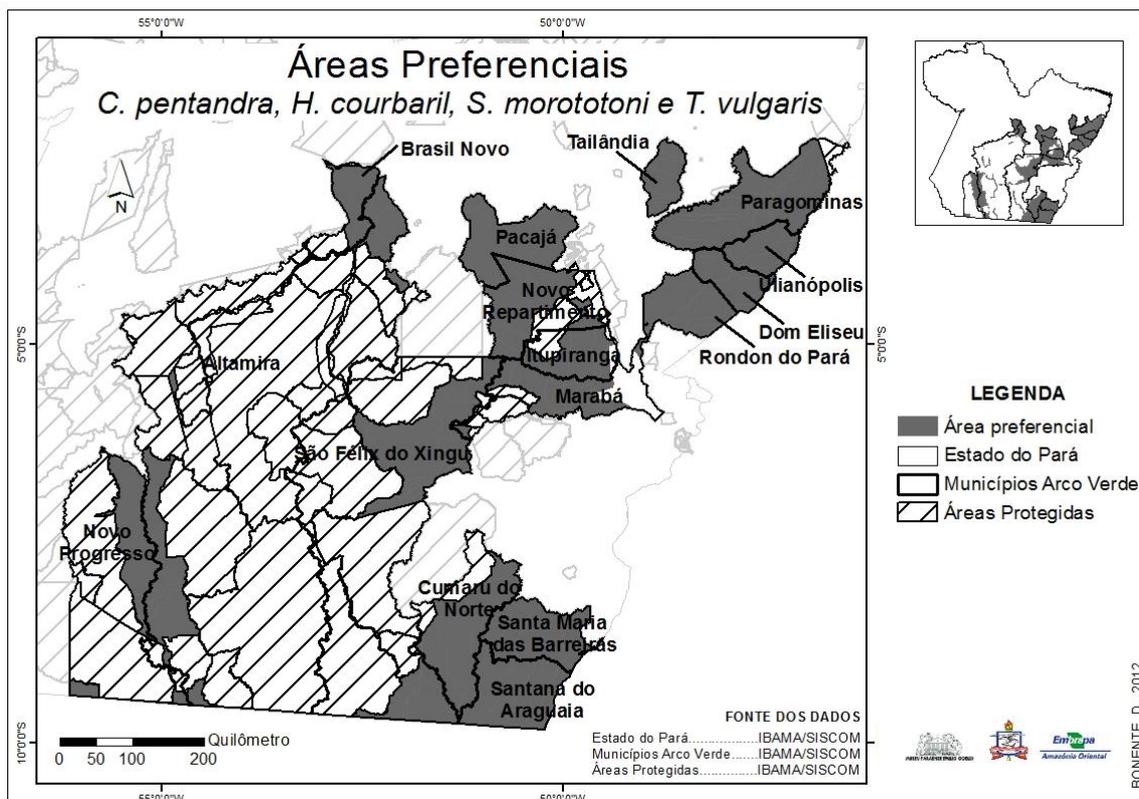


*C. pentandra*, *H. courbaril*, *S. morotoni* e *T. vulgaris* são as espécies florestais do grupo 2 que estão presentes em toda a tipologia climática presente no Arco Verde Paraense, ou seja, podem ser localizadas nas tipologias climáticas Af1, Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4, Aw3, Aw4 e Aw5. A deficiência hídrica varia de 0 a 300 mm. Baseado nos dados coletados identificou-se 21 zonas bioclimáticas que são preferenciais para plantio dessas espécies florestais. As zonas são compostas por: Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9, Z10, Z11, Z12, Z13, Z14, Z16, Z17, Z18, Z19, Z21, Z22 e Z23 (Tabela 13). O total dessas áreas são 17.148.010,0 ha (97,81%) da área alvo total deste trabalho. Essas são espécies florestais indicada para ampla área preferencial no Arco Verde, não sendo recomendadas somente para o leste do município de Marabá (Figura 14).

Tabela 13 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais *C. pentandra*, *H. courbaril*, *S. morotoni* e *T. vulgaris*. O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.

Def. Hídrica (mm)	Af2	Af3	Am1	Am2	Am3	Am4	Aw3	Aw4
60,1-120	Z1	Z2			Z7	Z11	Z16	
120,1-180		Z3	Z4	Z5	Z8	Z12	Z17	Z21
180,1-240				Z6	Z9	Z13	Z18	Z22
240,1-300					Z10	Z14	Z19	Z23
300,1-360						Z15	Z20	Z24

Figura 14 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *C. pentandra*, *H. courbaril*, *S. morototoni* e *T. vulgaris*.

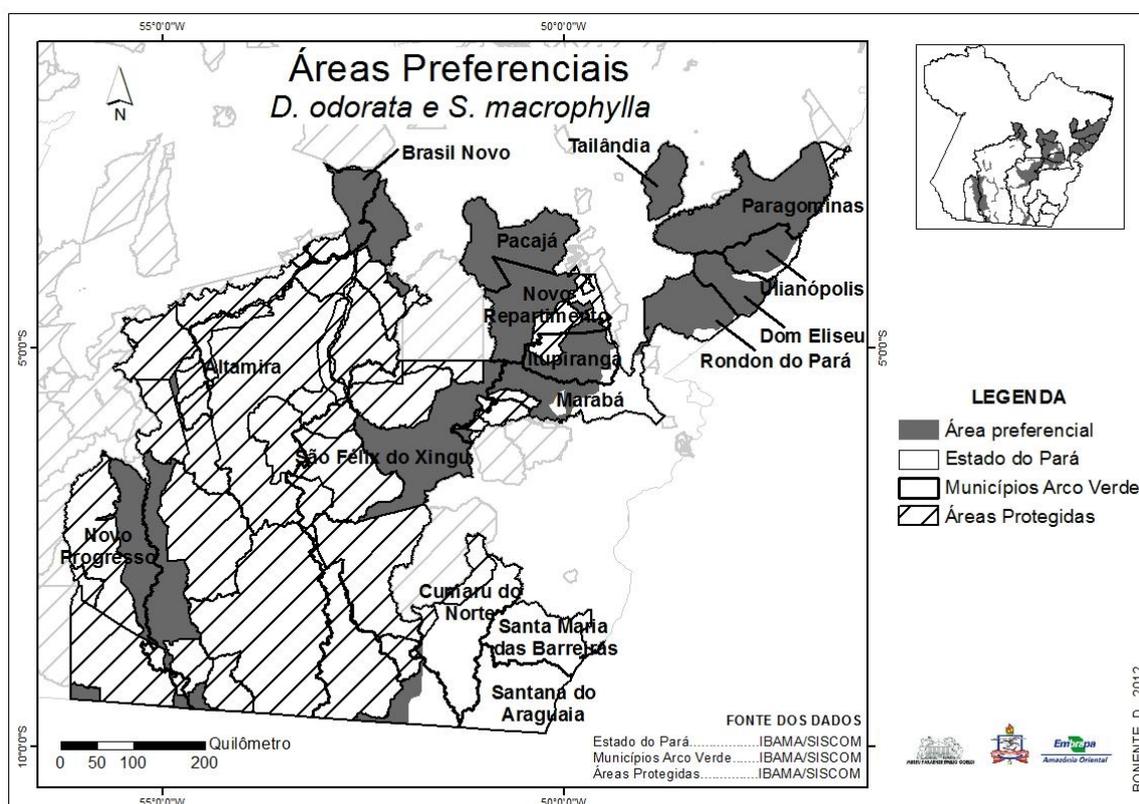


*D. odorata* e *S. macrophylla* são espécies florestais que também compõem o Grupo 2 e são encontradas nas tipologia climáticas Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4 e Aw3. Possuem deficiência hídrica cujo intervalo varia de 60,1 a 300 mm. A partir dos dados coletados foram identificadas 18 zonas bioclimáticas os quais são recomendadas para plantio dessas espécies florestais. As zonas bioclimáticas são: Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9, Z10, Z11, Z12, Z13, Z14, Z16, Z17, Z18 E Z19 (Tabela 14). A somatória dessas áreas totaliza 12.443.366,0 ha (70,97%) da área alvo. Essas espécies não são recomendadas para serem plantadas nas regiões sul e sudeste do Pará (Figura 15).

Tabela 14 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais *D. odorata* e *S. macrophylla*. O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.

Def. Hídrica (mm)	Af2	Af3	Am1	Am2	Am3	Am4	Aw3	Aw4
60,1-120	Z1	Z2			Z7	Z11	Z16	
120,1-180		Z3	Z4	Z5	Z8	Z12	Z17	Z21
180,1-240				Z6	Z9	Z13	Z18	Z22
240,1-300					Z10	Z14	Z19	Z23
300,1-360						Z15	Z20	Z24

Figura 15 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *D. odorata* e *S. macrophylla*.



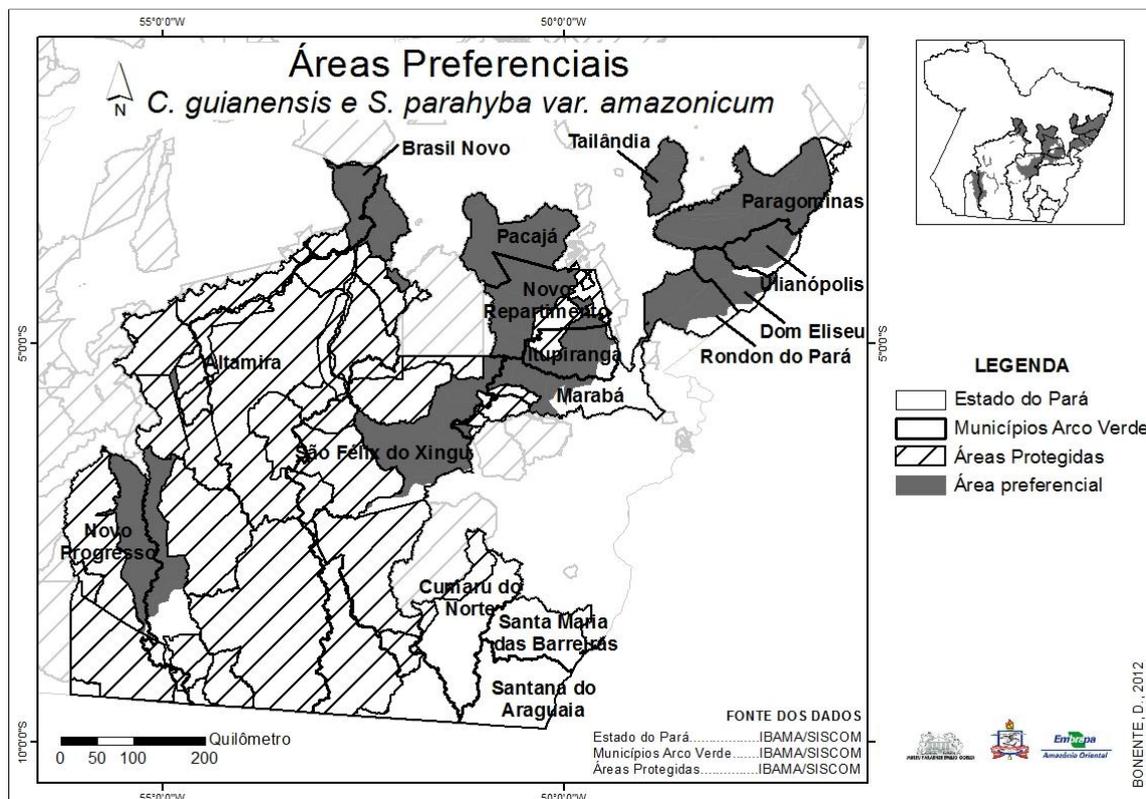
*C. guianensis* e *S. parahyba* var. *amazonicum* são componentes do grupo 2 e estão presentes nas tipologias climáticas Af2, Af3, Am1, Am2, Am3 e Am4. A deficiência hídrica varia de 0 a 300 mm. Os dados coletados mostram que essas espécies florestais podem ser indicadas para serem plantadas em 14 zonas bioclimáticas, os quais compreendem uma área de 11.046.090,0 ha (63,01%) do

Arco Verde paraense (Tabela 15). Essas espécies preferem áreas com menor deficiência hídrica em relação as demais do mesmo grupo 2, pois possuem preferências por áreas mais ao norte e centrais do Arco Verde paraense (Figura 16).

Tabela 15 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais *C. guianensis* e *S. parahyba var. amazonicum*. O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.

Def. Hídrica (mm)	Af2	Af3	Am1	Am2	Am3	Am4	Aw3	Aw4
60,1-120	Z1	Z2			Z7	Z11	Z16	
120,1-180		Z3	Z4	Z5	Z8	Z12	Z17	Z21
180,1-240				Z6	Z9	Z13	Z18	Z22
240,1-300					Z10	Z14	Z19	Z23
300,1-360						Z15	Z20	Z24

Figura 16 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *C. guianensis* e *S. parahyba var. amazonicum*.



### 6.4.3 Grupo 3

O grupo 3 é formado por *B. guianensis*, *C. goeldiana*, *C. odorata* e *V. maxima*. Essas espécies florestais possuem maior restrição as áreas com maior deficiência hídrica. Essas espécies florestais possuem localizações geográficas semelhantes e estão compreendidas no intervalo de deficiência hídrica de 0 a 240 mm (Figuras 17 e 18).

Figura 17 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 3. Mapa de Tipologia Climática da Amazônia Legal.

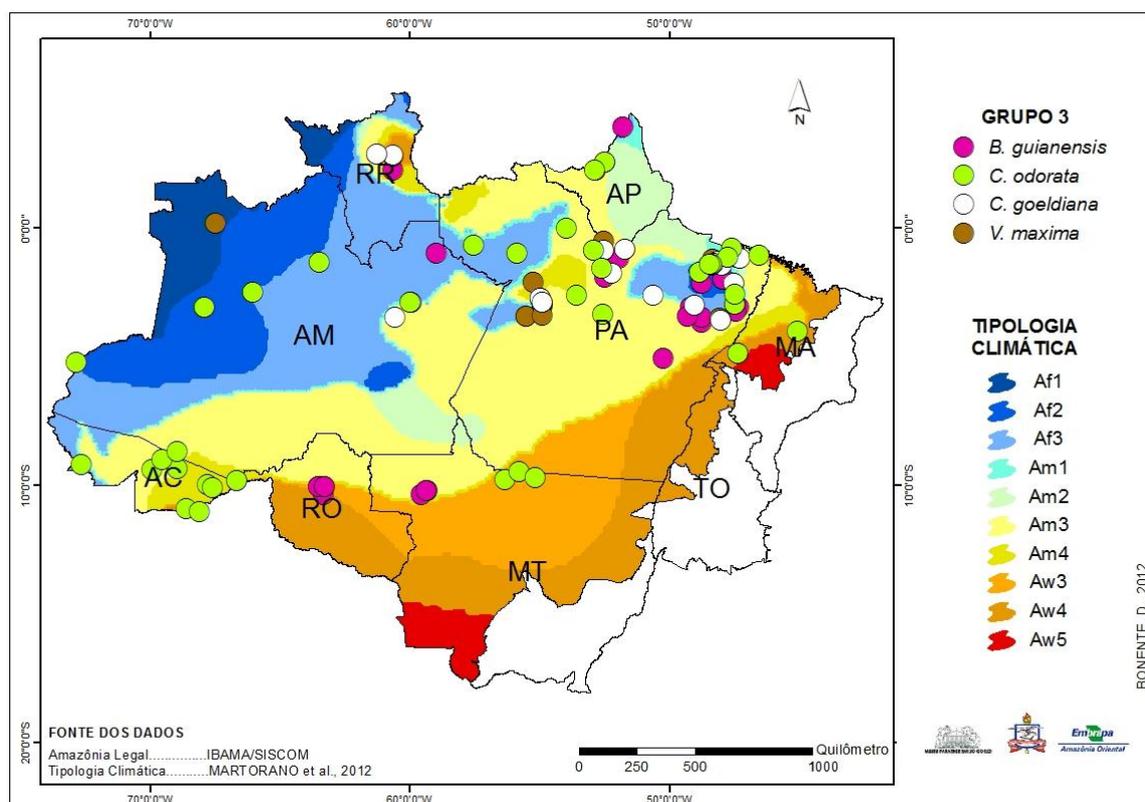
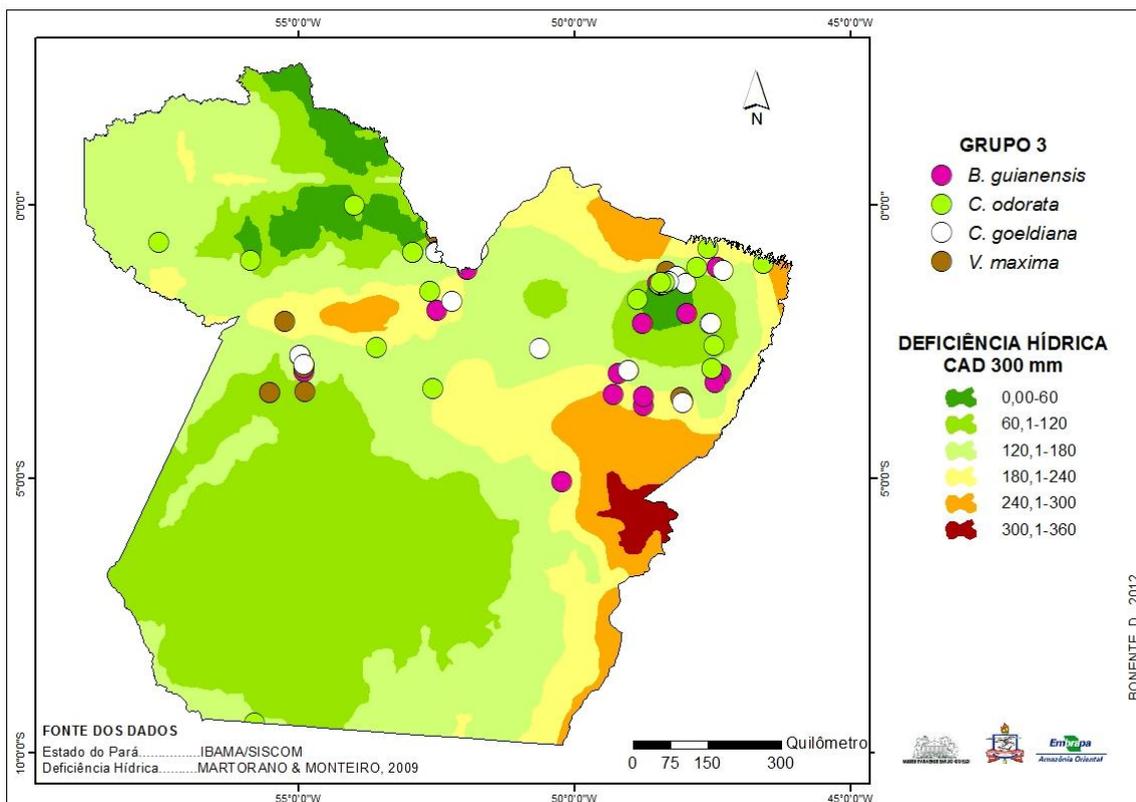


Figura 18 – Distribuição geográfica das espécies florestais do Grupo 3. Mapa de Deficiência Hídrica do estado do Pará.

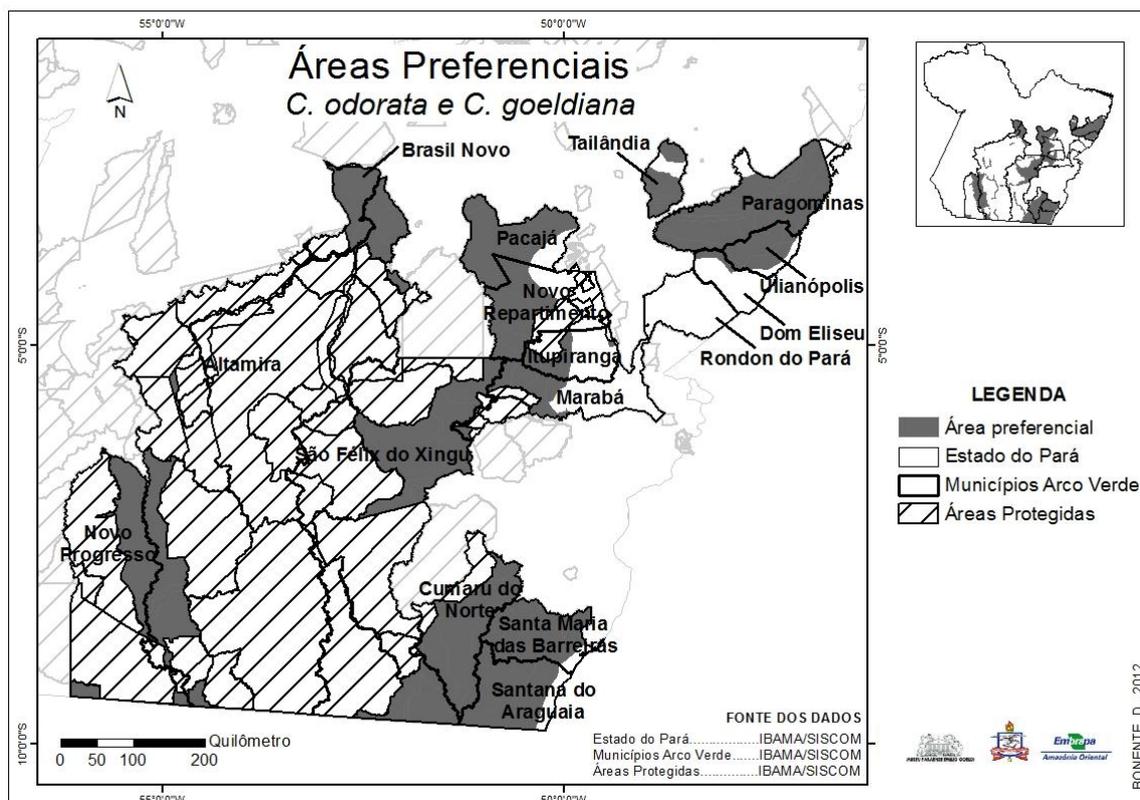


*C. odorata* e *C. goeldiana* pertencem ao grupo 3 e estão presentes nas tipologias climáticas Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4, Aw3 e Aw5. A deficiência hídrica varia de 0 a 240 mm. De acordo com os dados, essas espécies florestais podem ser recomendadas para plantio em 17 zonas bioclimáticas, os quais equivalem a 139.669,79 ha (79,67%) do Arco Verde paraense (Tabela 16). Essas espécies preferem áreas com menor deficiência hídrica em relação as demais do mesmo Grupo 2, pois possuem preferências por áreas mais ao norte e centrais do Arco Verde paraense (Figura 19).

Tabela 16 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais *C. odorata* e *C. goeldiana*. O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.

Def. Hídrica (mm)	Af2	Af3	Am1	Am2	Am3	Am4	Aw3	Aw4
60,1-120	Z1	Z2			Z7	Z11	Z16	
120,1-180		Z3	Z4	Z5	Z8	Z12	Z17	Z21
180,1-240				Z6	Z9	Z13	Z18	Z22
240,1-300					Z10	Z14	Z19	Z23
300,1-360						Z15	Z20	Z24

Figura 19 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *C. odorata* e *C. goeldiana*.



*B. guianensis* e *V. máxima* estão contidos no grupo 3. *B. guianensis* está presente nas tipologias Af1, Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4 e Aw3, enquanto que *V. máxima* pode ser encontrada nas tipologias climáticas Af1, Af2, Af3, Am1, Am2, Am3 e Am4. A deficiência hídrica de ambas está compreendida entre 0 a 240 mm. Dessa forma, pode-se afirmar que para *B. guianensis* ocorre 15 zonas bioclimáticas, o que corresponde a 10.317.157,0 (58,85%) da área alvo do trabalho (Tabela 17). Foi identificado para a espécie florestal *V. máxima* a ocorrência de 12 zonas bioclimáticas, o que compreende 9.131.340,0 ha (52,08%) da área do trabalho

(Tabela 18). Assim, essas espécies florestais têm preferências por áreas que se localizam na região norte e central do Arco Verde paraense, pois é onde ocorrem as áreas com menor deficiência hídrica (Figura 20 e 21).

Tabela 17 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais *B. guianensis*. O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.

Def. Hídrica (mm)	Af2	Af3	Am1	Am2	Am3	Am4	Aw3	Aw4
60,1-120	Z1	Z2			Z7	Z11	Z16	
120,1-180		Z3	Z4	Z5	Z8	Z12	Z17	Z21
180,1-240				Z6	Z9	Z13	Z18	Z22
240,1-300					Z10	Z14	Z19	Z23
300,1-360						Z15	Z20	Z24

Tabela 18 – Matriz do resultado da intersecção entre clima e deficiência hídrica das espécies florestais *V. maxima*. O “Zn” são as 24 zonas bioclimáticas do Arco Verde Paraense. Em cinza, as áreas preferenciais das espécies florestais.

Def. Hídrica (mm)	Af2	Af3	Am1	Am2	Am3	Am4	Aw3	Aw4
60,1-120	Z1	Z2			Z7	Z11	Z16	
120,1-180		Z3	Z4	Z5	Z8	Z12	Z17	Z21
180,1-240				Z6	Z9	Z13	Z18	Z22
240,1-300					Z10	Z14	Z19	Z23
300,1-360						Z15	Z20	Z24

Ressalta-se, neste trabalho, que a inserção futura de informações coletadas provenientes de fontes confiáveis, proporcionará o aumento do banco de dados e consequentemente poderá resultar em um aumento da área preferencial das espécies florestais potenciais.

Figura 20 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *B. guianensis*.

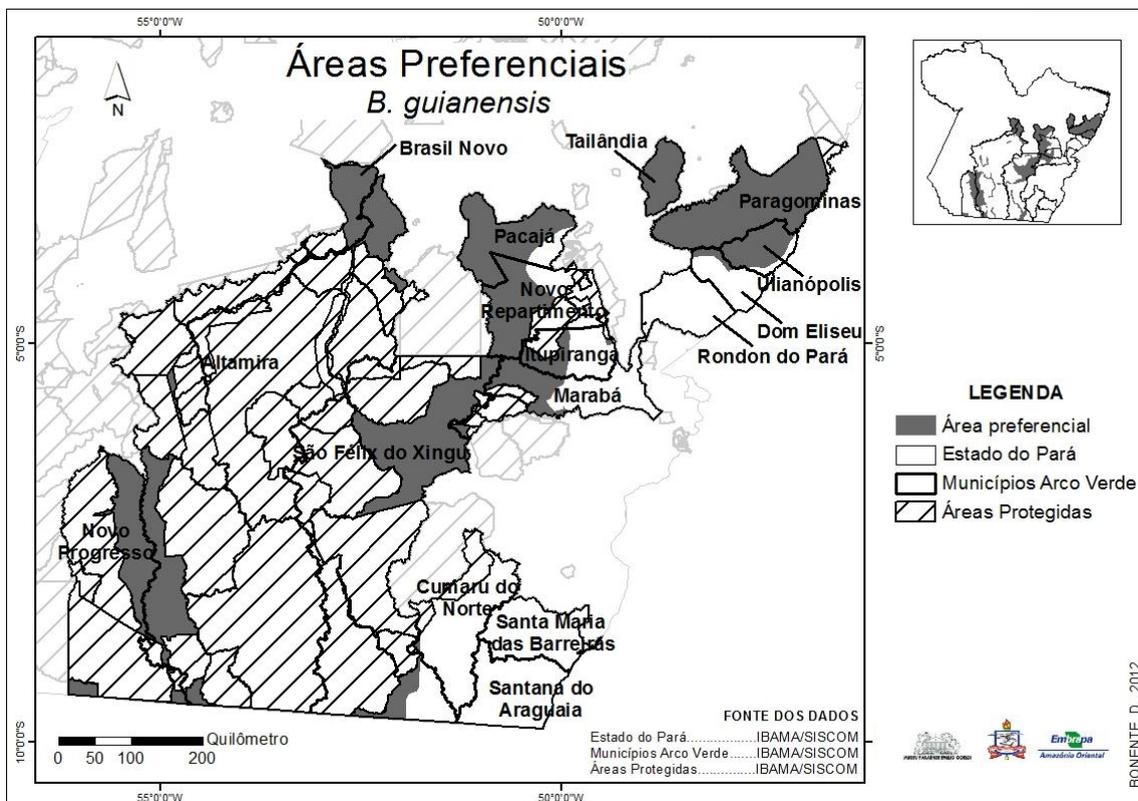
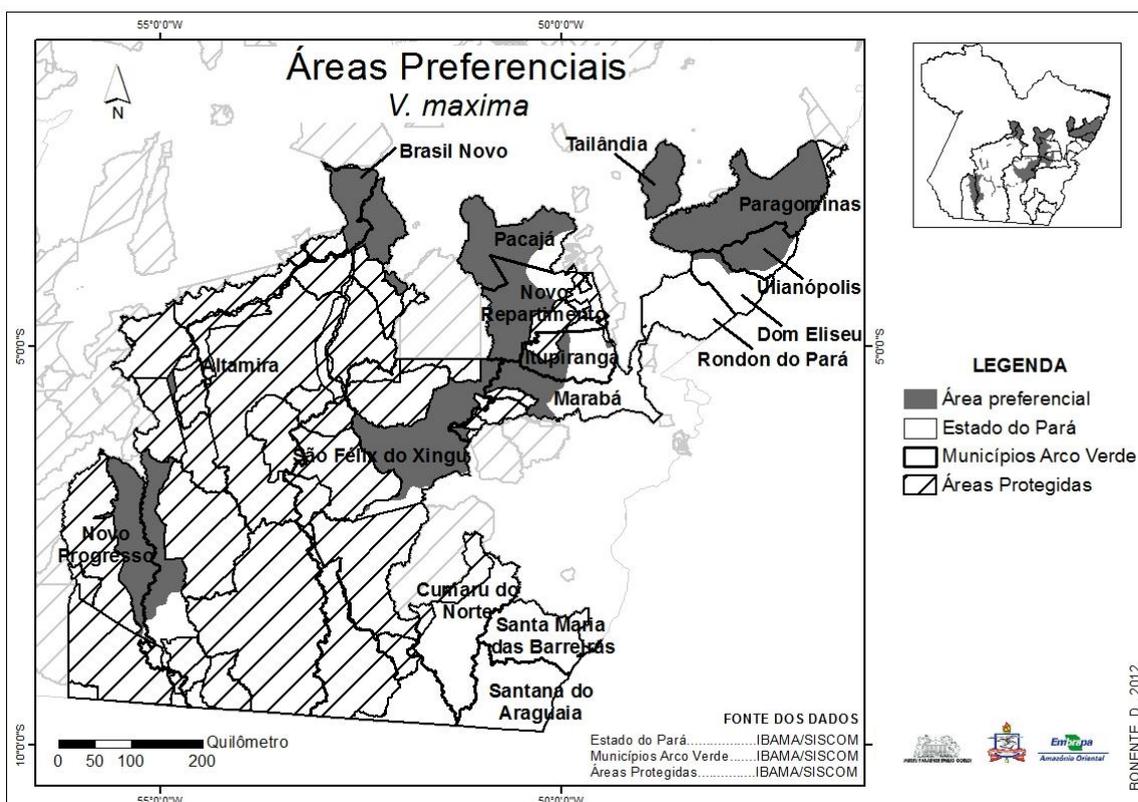


Figura 21 – Mapa das áreas preferenciais das espécies florestais *V. maxima*.



## 6.5 POTENCIAL DE USO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS SELECIONADAS E A LITERATURA CONSULTADA

O programa Arco Verde é uma política pública executada pelo Governo Federal em parceria com Estados e Municípios, com foco na realização de ações prioritárias em municípios que possuem altas taxas de desmatamento. Uma dessas ações refere-se ao reflorestamento das áreas alteradas com o intuito de reincorporação das mesmas ao processo produtivo.

O uso de SAFs é uma alternativa viável e coerente com a realidade local, uma vez que é um processo de inclusão produtiva com segurança alimentar devido aos seus diferentes componentes e, portanto adequado ao contexto da agricultura familiar. O processo de escolha das espécies florestais deve contemplar aspectos de adaptação ambiental da espécie florestal, bem como funções ecológicas (por exemplo, produção de sombra), social (segurança alimentar) e de produção (madeira, fruto, óleo).

De acordo com os dados coletados, observou-se que *B. excelsa*, que possui diferentes usos (madeira, semente como alimento e óleo), é a espécie florestal que apresentou ampla área para plantio no Arco Verde Paraense (100%) e também foi a mais citada na literatura consultada (26,1%).

Contudo, *J. copaia* e *T. serratifolia* são espécies florestais indicadas para plantio de 100% dos municípios do Arco Verde Paraense e com potencial de uso madeireiro. No entanto, são pouco estudadas na literatura, em torno de 2 a 2,6%. Portanto, faz-se necessário aumentar a quantidade de estudos para essas duas espécies florestais, uma vez que são recomendadas para áreas com menor pluviosidade no estado do Pará (Tabela 19).

*C. pentandra*, *H. courbaril* e *S. morotoni* e *T. vulgaris* são espécies florestais recomendadas para plantio em várias zonas bioclimáticas (97,81%), todavia foram pouco estudadas atingindo no máximo até 2% da literatura consultada. Assim, verifica-se que a maioria das espécies florestais com ampla área preferencial de plantio são as que possuem menos estudos na literatura (Tabela 19).

*D. odorata*, *S. macrophylla*, *C. guianensis*, *S. parahyba var. amazonicum* e são recomendados para áreas entre 63% a 57,6%, os quais possuem atrativo potencial de uso madeireiro para a agricultura familiar, sendo o segundo grupo mais estudado na literatura.

*C. guianensis*, *S. parahyba var. amazonicum*, *B. guianensis* e *V. maxima* são recomendadas para áreas de menor abrangência, em torno de 60%, as quais não são menos importantes, pois seus potenciais usos são também de grande interesse para a agricultura familiar.

Tabela 19 – Espécies florestais potenciais, percentagem da área preferencial, frequência de citação na literatura e o seu percentual, e os principais usos.

N. Científico	Área preferencial de plantio (ha)	Área preferencial de plantio (%)	Freq. literatura	Freq. literatura	Principais Usos
J. copaia	17.532.067,0	100,00	04	2,6	Madeira
T. serratifolia	17.532.067,0	100,00	03	2,0	Madeira
B. excelsa	17.532.067,0	100,00	40	26,1	Semente, Óleo, Madeira
C. pentandra	17.148.010,0	97,81	03	2,0	Semente, Madeira
H. courbaril	17.148.010,0	97,81	03	2,0	Madeira
S. morotoni	17.148.010,0	97,81	02	1,3	Madeira
T. vulgaris	17.148.010,0	97,81	07	4,6	Madeira
C. odorata	13.966.979,0	79,67	08	5,2	Semente, Madeira
C. goeldiana	13.966.979,0	79,67	08	5,2	Madeira
D. odorata	12.443.366,0	70,97	10	6,5	Óleo, Madeira
S. macrophylla	12.443.366,0	70,97	26	17,0	Madeira
C. guianensis	1.1046.090,0	63,01	17	11,1	Madeira
S. parahyba var.	1.1046.090,0	63,01	25	16,3	Madeira
B. guianensis	10.317.157,0	58,85	05	3,3	Madeira
V. maxima	9.131.340,0	52,08	02	1,3	Madeira
<b>Total</b>	<b>17.532.067,0</b>		<b>153</b>		

Entretanto, ressalta-se que essas espécies florestais potenciais para SAFs também podem ser recomendadas para diferentes condições de plantio como, por exemplo, a pleno sol e enriquecimento (seja de floresta primária ou de floresta secundária) (BRIENZA JÚNIOR et al., 2008). Portanto, estas espécies florestais devem ser mais intensamente estudadas, em futuros trabalhos científicos, a fim de aumentar o conhecimento sobre as mesmas.

## 7 CONCLUSÃO

- As espécies florestais mais citadas nas literaturas foram a *B. excelsa*, seguida da *S. macrophylla* e do *S. parahyba var. amazonicum*. E os estados que contém maior número de pesquisas foi o Pará, seguido do Amazonas e Roraima.
- O Arco Verde Paraense possui 24 zonas bioclimáticas, sendo que o município de Itupiranga e Marabá contém o maior número de zonas bioclimáticas, seguido de Paragominas e Tailândia.
- O Arco Verde Paraense possui variada tipologia climática (Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4, Aw3 e Aw4) e intervalo de deficiência hídrica (60 a 360 mm), tendo amplas possibilidades de zonas bioclimáticas para a implantação de espécies florestais, até mesmo em um mesmo município.
- *J. copaia*, *T. serratifolia* e *B. excelsa* são potenciais para serem plantadas em 100% do Arco Verde Paraense.
- *C. pentandra*, *H. courbaril*, *S. morotoni*, *T. vulgaris* são indicadas para serem plantadas em 98% da área alvo.
- *C. odorata*, *C. goeldiana*, *D. odorata*, *S. macrophylla* são recomendados para plantio em torno de 75% do Arco Verde.
- *C. guianensis*, *S. parahyba var. amazonicum*, *B. guianensis* e *V. maxima* são recomendadas para áreas cerca de 60% da área alvo deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. D. de. **Modeling land use change in the brazilian Amazon: Exploring intra-regional heterogeneity**. 2006. 173 f. Tese (doutorado em sensoriamento remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP, 2006. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/aguiar\\_lucc\\_amazonia.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/aguiar_lucc_amazonia.pdf)>. Acesso em: 24 out. 2011.

ALTIERI, M. A. **Agroecología: bases científicas para una agricultura alternativa**. Berkeley: [s.n.] 1983. 145p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Biblioteca virtual**. 2010. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/solicitacaoBaseDados>>. Acesso em: 9 mar. 2012.

ÂNGELO, H.; PEREIRA DE SÁ, S. P. O desflorestamento na Amazônia Brasileira. **Revista ciência florestal**, Santa Maria, RS, v.17, n.3, p.217-227, jul/set. 2007. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=53417304>>. Acesso em: 3 set. 2011.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos avançados**, São Paulo, SP, v. 19, n.53, p. 71-86. 2005. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142005000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142005000100005&script=sci_arttext)>. Acesso em: 17 fev. 2012.

BECKER, B. K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? **Parcerias estratégicas**, n.12, p. 135-159, set. 2001. Disponível em:<<http://www.ufpa.br/epdir/images/docs/paper28.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2011.

BOLFE, E. L.; FERREIRA, M. C.; BATISTELLA, M. Biomassa Epígea e Estoque de Carbono de Agroflorestas em Tomé-Açú, PA. **Revista brasileira de ecologia**, v.4, n.2, p.2171-2175, nov. 2009. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/seeragroecologia/ojs/viewarticle.php?id=2495>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

BRIENZA JÚNIOR, S. **Uso de árvores leguminosas para melhorar a agricultura familiar da Amazônia oriental brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 6p. (Circular Técnica, n.32). Disponível em:<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/407136/1/CircTec32.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2011.

BRIENZA JÚNIOR, S. et al. Recuperação de Áreas Degradadas com Base em Sistema de Produção Florestal Energético-Madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. Belém, PA: **Amazônia ciência e desenvolvimento**, v.4,

n.7, jul/dez. 2008. Disponível em <[http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/revista/edicao\\_07/C&D\\_N\\_VII\\_Recuperao\\_de\\_Areas\\_.pdf](http://www.basa.com.br/bancoamazonia2/revista/edicao_07/C&D_N_VII_Recuperao_de_Areas_.pdf)> Acesso em: 19 jun. 2011.

BRIENZA JÚNIOR, S. et al. Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira: Análise de 25 anos de pesquisa científica. **Pesquisa florestal brasileira**, Edição Especial, Colombo, PR, n.60, p.67-76, dez. 2009. Disponível em <<http://www.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/viewArticle/47>> Acesso em: 20 jun. 2011.

CAMPOS, S. et al. Sistemas de Informações Geográficas aplicado à espacialização da capacidade do Uso da Terra. **Pesquisa agropecuária tropical**, Goiânia, GO, v.40, n.2, p.174-179, abr/jun. 2010. Disponível em <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/viewArticle/3887>> Acesso em: 18 jul 2011.

CASA CIVIL et al. **Multirão arco verde terra legal**: regularização, cidadania e conservação da Amazônia. p.1-13, 2009. Disponível em <<http://www.mda.gov.br>> Acesso em: 15 ago. 2011.

CARPANEZZI, A. A.; KANASHIRO, M. **Informações sobre a ecologia de freijó-cinza (*Cordia goeldiana* Huber)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1982. 13p. (Documentos, n.14). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/381174/1/DOCUMENTOS14CPATU.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2012.

CARVALHO, P. E. R. ***Swietenia macrophylla* King**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. 12p. (Circular Técnica, n.140).

CINTRON, B. B. *Cedrela odorata* L. (Cedro). In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. (Tech cords.). **Silvics of North America: hardwoods**. Washington, DC: Agriculture Handbook; Departmente of Agriculture, Forest Service, 1990. v.2, 877p. Disponível em:<[http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=bMnRqCA3uzwC&oi=fnd&pg=PA250&dq=Cedrela+odorata+barbara+cintron&ots=Jfetq2jeul&sig=b\\_EkEHeCrHI1JTiXBC\\_L3gODaDI#v=onepage&q=Cedrela%20odorata%20barbara%20cintron&f=false](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=bMnRqCA3uzwC&oi=fnd&pg=PA250&dq=Cedrela+odorata+barbara+cintron&ots=Jfetq2jeul&sig=b_EkEHeCrHI1JTiXBC_L3gODaDI#v=onepage&q=Cedrela%20odorata%20barbara%20cintron&f=false)>. Acesso em: 6 mai. 2012.

CORDEIRO, I. M. C. C. et al. Análise econômica dos sistemas de cultivo com *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá) E *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppus & Leal (Curauá) no município de Aurora do Pará (PA), Brasil. **Revista faculdade agronomia**, v.26, p.243-265, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.org.ve/pdf/rfaz/v26n2/art07.pdf>> Acesso em: 2 ago. 2011.

DAVIDSON, E. A.; ARTAXO, P. **Global change biology**. Wiley online library, v.10, p.519–529, 2004. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1529->

8817.2003.00779.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false> Acesso em: 21 set. 2012.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Rede Brasileira Agroflorestal, 1996. 228p.

EAST TEAK FINE HARDWOODS, INC. **Dipteryx odorata**. Disponível em <[http://www.eastteak.com/products/finehardwoods/cumaru\\_data.html](http://www.eastteak.com/products/finehardwoods/cumaru_data.html)>. Acesso em: 2 mai. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA); INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Terra class. Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia**. Set. 2011. Disponível em <[http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/sumario\\_executivo\\_terraclass\\_2008.pdf](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/sumario_executivo_terraclass_2008.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2012.

FERRAZ, I. D. K. **Carapa guianensis Aubl. (andiroba)**. Manaus, AM: Rede de Sementes da Amazônia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2003. 2p. (Informativo Técnico, n.1). Disponível em: <<http://leonet.com/sementesrsa/sementes/pdf/doc1.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2012.

FERREIRA, L.; CHALUB, D.; MUXFELDT, **Tabebuia serratifolia (Vahl) Nichols**. R. Rio Branco, AC: Rede de Sementes da Amazônia, Fundação de Tecnologia do Acre, 2004. 2p. (Informativo Técnico, n.5). Disponível em: <<http://leonet.com/sementesrsa/sementes/pdf/doc5.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2012.

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). **Data portal**. Disponível em <<http://www.data.gbif.org/welcome>>. Acesso em: 13 mar. 2012.

GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2ª aproximação)**. Belo Horizonte, MG: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (Série Técnica, 11).

GURGEL et al. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. subsp. *spectabilis* (Mart. ex A. DC) Gentry (Bignoniaceae): aspectos morfológicos do fruto, semente, germinação e plântula. Belém, PA: **Boletim museu paraense Emílio Goeldi**, Ciências Naturais, v.1, n.2, p.113-120, mai.-ago. 2006. Disponível em <[http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv1n2\\_2006/jacaranda\(gurgel\).pdf](http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv1n2_2006/jacaranda(gurgel).pdf)>. Acesso em: 21 set. 2012.

HEINEMANN, A. B. et al. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no estado de Goiás e suas conseqüências para o melhoramento genético. Lavras, MG: **Ciências e agrotecnologia**, v.33, n.4, p. 1026-1033, jul/ago. 2009. Disponível em

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542009000400012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000400012)>. Acesso em: 2 mar. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Madeiras brasileiras**. Laboratório de Produtos Florestais (IPF). Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/introducao.htm>>. Acesso em: 11 mai. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de recuperação automática**. 2010. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto PRODES**. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. 2010. Disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes/>>. Acesso em: 9 nov. 2011.

LABOURIAU, L. F. G. The interest in seed studies. **Estudos avançados**, São Paulo, SP, v. 4, n.9. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/iea/english/journal/9/labouriauseedstudies.pdf> >. Acesso em: 7 mai. 2012.

LECOEUR, J., SINCLAIR, R.T. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. **Crop sci.** n.36, p. 331-335. 1996.

LIMA JÚNIOR, M. de J. V.; GALVÃO, M. S. **Swietenia macrophylla King (mogno)**. Manaus, AM: Rede de Sementes da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 2005. 2p. (Informativo Técnico, n.1).

LOUREIRO, V. R.; PINTO, J. N. A. A questão fundiária na Amazônia. **Estudos avançados**, v.19, p.25-44, mai/ago. 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v19n54/04.pdf>> Acesso em: 10 set. 2011.

MARQUES, L. C. T.; BRIENZA JÚNIOR, S.; LOCATELLI, M. Estado atual das pesquisas agroflorestais da EMBRAPA na Amazônia Brasileira. Colombo, PR: **Boletim de pesquisa florestal**, n.16, p.37-54, dez. 1988.

MARTINELLI, L. A. et al. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current opinion in environmental sustainability**, v.2, p.431-438, 2010. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MiamiImageURL&\\_cid=278668&\\_user=7430124&\\_pii=S1877343510001065&\\_check=y&\\_origin=&\\_coverDate=31-D](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_cid=278668&_user=7430124&_pii=S1877343510001065&_check=y&_origin=&_coverDate=31-D)>. Acesso em: 25 mai. 2011.

MARTINS, H.; SOUZA JÚNIOR, C. Avaliação do desmatamento e do Cadastro Ambiental Rural (CAR) no Pará: bases para o Programa Municípios Verdes. **O estado da Amazônia**, Belém, PA, n.21, p. 1-6, nov. 2011. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/publicacoes/o-estado-da-amazonia/avaliacao-do->

desmatamento-e-do-cadastro-ambiental-rural-car-no-para-bases-para-o-programa-municipios-verdes>. Acesso em: 17 nov. 2011.

MARTORANO, L. G. et al. **Estudos climáticos do estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather)**. Departamento de Recursos Naturais. Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto da Amazônia. 1992. 52p.

MARTORANO, L. G. et al. Top-bioclimate conditions associated to natural occurrence of two Amazonian native tree species for sustainable reforestation in the State of Para, Brazil. In: Ecosystems and Sustainable Development VIII. **WIT press**, edited Y. Villacampa & C. A. Brebbia, p.111-122, 2011.

MARTORANO, L. G. et al. **Tropical moist climate zone associated to Amazon rainforest**. Göttingen, Germany: Tropentag, p.19-21, 2012. Disponível em <<http://www.tropentag.de/abstract.php?code=wmzqu34v>>. Acesso em: 29 de set. 2012.

MELO, M. da G. G. de; MENDES, A. M. da S. **Hymenaea courbaril L. (jatobá)**. Manaus, AM: Rede de Sementes da Amazônia, Universidade do Amazonas, 2005. 2p. (Informativo Técnico, n.9). Disponível em: <<http://leonet.com/sementesrsa/sementes/pdf/doc9.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 248p. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_publicacao/14\\_publicacao16062011035415.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_publicacao/14_publicacao16062011035415.pdf)> Acesso em: 28 out. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Sistema Compartilhado de Informações Ambientais (SISCOM). **Temas vetoriais formato shapefile**. 2012. Disponível em <<http://siscom.ibama.gov.br/shapes/>>. Acesso em: 3 out. 2011.

MOCHIUTTI et al. **Sclerolobium paniculatum VOGEL (taxi-branco)**: Leguminosa arbórea para recuperação de áreas degradadas e abandonadas pela agricultura migratória. Macapá, AP: EMBRAPA Amapá, nov. 1999. 5p. (Comunicado Técnico, n.28). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/344125/1/taxibrancoCT.pdf>> . Acesso em: 7 fev. 2012.

NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers in co-operation with International Council for Research in Agroforestry (ICRAF), v.31, 1989.

NAIR, P. K. R. Classification of agroforestry systems. **Agroforestry systems**. v.3, n.2, p.97-128, 1985. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/k31013600k762483/>>. Acesso em: 7 nov. 2011.

NEVES, E. J. M.; MARTINS, E. G.; SANTOS, A. F. dos. **Potencialidades de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. para plantios na Amazônia brasileira**. Colombo, PR: EMBRAPA Florestas, 2003. 26p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40997/1/DC0089.pdf>>. Acesso em: 4 mai. 2012.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 3. ed. México: Interamericana, 1972. 639p. Trad. Carlos Gerhard Ottenwaelder.

OHASHI, S. T. ***Schefflera morototoni* (morototó)**. Belém, PA: Rede de Sementes da Amazônia, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2005. 2p. (Informativo Técnico, n.12). Disponível em: <<http://leonet.com/sementesrsa/sementes/pdf/doc12.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Atlas de desenvolvimento humano**. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) Brasil, 2000. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>. Acesso em: 3 out. 2011.

ROMEIRO, A. R. Agricultura para uma economia verde. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional, n.8, p.143-155, jun. 2011. In: **Política ambiental**. GRAMKOW, C. L.; PRADO, P. G. (Coordenador). Disponível em <[http://www.conservacao.org/publicacoes/files/politica\\_ambiental\\_08\\_portugues.pdf#page=143](http://www.conservacao.org/publicacoes/files/politica_ambiental_08_portugues.pdf#page=143)> Acesso em: 17 out. 2011.

REYDON, B. P. O desmatamento da floresta amazônica: causas e soluções. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional, n.8, p.143-155, jun. 2011. In: **Política ambiental**. GRAMKOW, C. L.; PRADO, P. G. (Coordenador). Disponível em <[http://www.conservacao.org/publicacoes/files/politica\\_ambiental\\_08\\_portugues.pdf#page=143](http://www.conservacao.org/publicacoes/files/politica_ambiental_08_portugues.pdf#page=143)> Acesso em: 17 out. 2011.

SALOMÃO, R. de P. Densidade, estrutura, e distribuição espacial de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em dois platôs de floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional brasileira. Belém, PA: **Boletim museu paraense Emílio Goeldi**, Ciências Naturais, v.4, n.1, p.11-25, jan.-abr. 2009. Disponível em <[http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv4n1\\_2009/densidade\(salomao\).pdf](http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv4n1_2009/densidade(salomao).pdf)> Acesso em: 14 mai. 2012.

SILVA et al. **Avaliação da diversidade genética de uma população natural de tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl. (Moraceaea))**, uma espécie madeireira tropical. Brasília, DF: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 4p. (Circular Técnica, n.

105). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/907818>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

SILVA, P. de T. E. da. **Metodologia para replicabilidade de sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira com base na homologia de zonas bioclimáticas**. 2005. 148 f. Tese (doutorado em ciências agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, PA, 2005.

SILVA, P. de T. E. da et al. Identificação e Caracterização de Zonas Bioclimáticas das Áreas de Inserção de Sistemas Agroflorestais praticados na Amazônia Brasileira. **Revista ciências agrárias**, n.49, p.87-100, jan/jun. 2008. Disponível em <<http://www.ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/viewFile/227/106>> Acesso em: 16 jun. 2011.

SOUZA et al. Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. Manaus, Am: Embrapa Amazônia Ocidental, dez. 2003. 12p. (Circular Técnica, n. 18). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/676209/1/circtec18.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2012.

STEPPLER, H. A.; NAIR, P. K. R. **Agroforestry: a decade of development**. Nairobi, Kenya: International Council for Research in Agroforestry (ICRAF), 1987.

TYREE, et al. Water relations and Hydraulic Architecture of a Tropical Tree (*Schefflera morototoni*). **Plant physiol.**, v.96, p.1105-1113, april. 1991. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1080900/?page=1>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

VIEIRA, I. C. G et al. **Bases técnicas e referenciais para o programa de restauração florestal do Pará: um bilhão de árvores para a Amazônia**. Belém, PA: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará (IDESP), 2008.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo: com ênfase aos solos tropicais**. 2. ed. São Paulo, SP: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1988. 464p.

YARED, J.A.G. et al. **Crescimento de quaruba-verdadeira em diferentes métodos de regeneração artificial**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983. 2p. (EMBRAPACPATU. Pesquisa em Andamento, 105).

YARED, J. A. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; MARQUES, L. C. T. **Agrossilvicultura: conceitos, classificação e oportunidades para aplicação na Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. 39p. (Documentos, n.104).