



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS-BOTÂNICA
TROPICAL**



FERNANDO DA COSTA BRITO LACERDA

**DINÂMICA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-ACU, ESTADO DO PARÁ**

BELÉM-PA

2012



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS-BOTÂNICA
TROPICAL**



FERNANDO DA COSTA BRITO LACERDA

**DINÂMICA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-ACU, ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de **Mestre**.

Orientadora: Profa. Dra. Izildinha de Souza Miranda

BELÉM-PA

2012

Lacerda, Fernando da Costa Brito

Dinâmica das plantas espontâneas em sistemas agroflorestais
no município de Tomé-Açu, Estado do Pará. – Belém, 2012.

.

61 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Botânica
Tropical) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu
Paraense Emílio Goeldi, 2011.

1.Sistemas Agroflorestais 2. Mulch 3. Plantas Espontâneas. I.
Título.

CDD – 634.99



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS-BOTÂNICA
TROPICAL**



FERNANDO DA COSTA BRITO LACERDA

**DINÂMICA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-ACU, ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de **Mestre**.

Aprovado em 28 de fevereiro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Izildinha de Souza Miranda – Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

Dra. Ima Célia Guimarães Vieira - 1ª Examinador
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Prof. Dr. Oswaldo Ryohei Kato - 2º Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Prof. Dr. Leandro Valle Ferreira - 3ª Examinador
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

"Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu."

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus por me conceder a força, a coragem e a serenidade necessária para a realização desse trabalho.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela excelente estrutura disponibilizada que inclui laboratórios, equipamentos, biblioteca e casa de vegetação.

Ao CNPq- Conselho Nacional de Pesquisa pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi que auxiliou nas identificações de minhas amostras.

À empresa NATURA Inovações por financiar minhas coletas de dados e por ter garantido sempre conforto e segurança a toda equipe de trabalho.

À minha Orientadora Prof. Dra. Izildinha de Souza Miranda pela confiança, dedicação e paciência que teve comigo durante todo nosso convívio.

Ao Sr. José Carlos Capela, coordenador executivo do "Projeto Dendê: Sistemas Agroflorestais na Agricultura Familiar", por sua impecável organização, sendo fundamental nas coletas de dados.

Aos senhores Carlos Beleza e Manuel Reis que auxiliaram nas identificações das espécies.

Aos Professores Dr. Luiz Gonzaga Costa, MSc. Fábio Leão, MSc. Tâmara Thaiz Lima e aos alunos Igor do Vale, Natália Mafra, Livia Lobato, Elayne Braga, Dênisson Lima, Kênia Santos, Magno Reis, Heraldo Silva, Salustiano Vilar, Elielson Rocha, Eduardo Leal, e tantos outros que fizeram ou fazem parte do grupo de pesquisa BIOAMA pelo acolhimento, orientações, apoio nas coletas de dados e acima de tudo pela amizade.

Aos meus amigos do curso de mestrado pela maravilhosa convivência: Ana Maria Fernandes, Paulo José Sousa, Eline Garcia, Fabiane Silva, entre outros.

Aos meus queridos amigos Edna Maria Teixeira, Elves Barreto, Andrea Ayumi Ohaze, Lina Oikawa, Cristina Kameyama, Ana Cecília Viana, Rudá Viana, Kátia Luz, Mika Tsuruta e Pedro Rafael Pinheiro, que me deram força nos meus momentos de maior fraqueza.

Aos meus pais, Fernando Antônio Gama Lacerda e Raimunda Luzia da Costa Brito Lacerda, e meus irmãos Eliza Maria Lacerda e Felipe Andre Brito pelo amor e apoio incondicional.

À minha tia Franciane Lacerda que me inspirou e incentivou desde criança para a vida científica.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desse trabalho. Muito Obrigado!

RESUMO

Entender a dinâmica das plantas daninhas, incluindo a relação entre o banco de sementes e a flora atual pode ajudar seu manejo a longo prazo. Para melhor compreensão dessa dinâmica, foi conduzido este estudo no município de Tomé-açu, nordeste do estado do Pará, com os seguintes objetivos: (1) identificar as plantas daninhas a partir da derrubada da capoeira e estabelecer a relação entre o banco de sementes e as plantas emergidas em quatro anos de estudo – apresentado no Capítulo 2; e, (2) avaliar a dinâmica das plantas daninhas durante os anos iniciais da implantação de uma agrofloresta com dendê sobre uma pastagem degradada, invadida por *Brachiaria humidicola* – apresentado no Capítulo 3. No capítulo 1 estudamos duas unidades demonstrativas (UD1 e UD2) instaladas em áreas onde dominavam capoeiras de 10 anos de idade com diferentes históricos de uso, que foram trituradas de forma manual e mecanizadas (Tritucap) no preparo de área. Os tratamentos consistiram em consórcios de espécies leguminosas de ciclo curto, agronômicas e florestais com dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) da seguinte forma: Manual-biodiverso– T1; Mecanizado-biodiverso–T2 e Mecanizado-leguminosa–T3. Capoeiras adjacentes (CAP) às unidades demonstrativas foram usadas como controle. No capítulo 3 o estudo foi realizado em uma pastagem degradada e os tratamentos foram estabelecidos da seguinte forma: Dendê-Leguminosas-T1; Dendê-Mandioca-Leguminosas-T2; e SAF-Leguminosas- T3, com aplicação de herbicida em metade da área de cada tratamento. Os resultados do capítulo 2 mostraram que banco de sementes pouco contribuiu na predição futura, servindo apenas para predições a curto prazo e que a dinâmica das plantas daninhas é influenciada pelas perturbações ambientais, como as capinas, que provocam aumento na densidade de plantas daninhas ao longo dos anos; o mulch, oriundo da trituração das capoeiras, que funciona como barreira física para germinação de sementes; e presença de leguminosas que contribuem para redução na densidade de plantas daninhas. No capítulo 3, foi verificado que embora o uso de herbicida reduza a densidade das plantas daninhas ao longo do tempo, não é necessário várias aplicações, e a redução também ocorre em áreas sem herbicida, mas nesse caso, a associação de leguminosas de ciclo curto com arborização, parece ser o melhor sistema para conter as plantas daninhas. O uso de herbicida foi eficiente no controle de *Brachiaria humidicola* em todos os tratamentos, principalmente quando associado às árvores, mesmo em menor quantidade, como ocorreu no T3. A transformação de um pasto degradado em um sistema agroflorestal pode ser factível sob o ponto de vista analisado e que a associação de leguminosas de ciclo curto com arborização, parece ser o melhor manejo para conter as plantas daninhas nesse sistema.

Palavras-chave: sistemas agroflorestais, mulch, plantas daninhas.

ABSTRACT

The comprehension of the dynamics of weeds, including the relationship between seed bank and flora present can help long-term management. To better understand this dynamic this study was carried out in the municipality of Tomé-Açu, northeastern of Para State. The specific aims of this study were: (1) identify the weeds after cut of follow and establish the relationship between the seed bank and emerged plants in four years of study - presented in Chapter 2, and (2) evaluate the dynamics of weeds during the initial years of implementation of an agroforestry with a palm on degraded grasslands, invaded by *Brachiaria humidicola* - presented in Chapter 3. In Chapter 2 two demonstrative units (UD1 and UD2) were installed in areas dominated for secondary forest at 10 years of age with different histories of use, which were cut by hand and mechanized (Tritucap) in preparation of experiments. The treatments were with legumes consortiums, agricultural and forest species with palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.), as follows: Manual-biodiverse-T1; Mechanized-biodiverse-T2; and mechanized-legume-T3. Adjacent follows (CAP) were used as controls. In chapter 3 the study was in a degraded pasture and treatments were: Palm-Legumes-T1, Palm-Cassava-Legumes-T2, and Palm-Trees-Legume-T3 with herbicide application in half the area of each treatment. The results of Chapter 2 showed that the seed bank contributed little in predicting the future, serving only to short-term predictions and that the dynamics of weeds was influenced by environmental disturbances, such as weeding, causing an increase in weed density over the years, mulch, derived from the crushing of follows, which acts as physical barrier to seed germination and presence of legumes that contribute to reduction in weed density. The results of Chapter 2 showed that although the use of herbicide reduces weed density over time, many applications it is not necessary, and reduction also occurs in areas without herbicide, but in this case, the combination of legumes with trees is the best system to contain the weed. The use of herbicide was effective in controlling *B. humidicola* in all treatments, especially when associated with trees, even in smaller quantities, as in T3. The transformation of a degraded pasture in agroforestry system may be feasible from the point of view analyzed; the association of legumes with trees is the best management to contain the weeds in this system.

Key words: agroforestry systems, mulch, weeds.

SUMÁRIO

| | Pg. |
|--|-----|
| Resumo | v |
| Abstract | vi |
| 1. CONTEXTUALIZAÇÃO | 1 |
| Referências Citadas | 3 |
| 2. DINÂMICA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM ÁREAS SUBMETIDAS A DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO DE ÁREA, MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, ESTADO DO PARÁ | 7 |
| Introdução | 7 |
| Material e métodos | 9 |
| Área de estudo | 9 |
| O experimento | 10 |
| Banco de sementes | 13 |
| Flora estabelecida | 13 |
| Análise dos dados | 13 |
| Resultados | 15 |
| Caracterização do banco de sementes | 15 |
| Caracterização das plantas estabelecidas | 17 |
| As espécies das capoeiras | 19 |
| As espécies das áreas agrícolas | 19 |
| A influência do banco de sementes | 20 |
| As mudanças florísticas ao longo do tempo | 20 |
| Discussão | 26 |
| O banco de sementes | 26 |
| A dinâmica das plantas estabelecidas | 28 |
| Influência das capoeiras | 30 |
| Conclusões | 31 |
| Literatura citada | 32 |
| 3. DINÂMICA DAS PLANTAS DANINHAS DURANTE A INSTALAÇÃO DE UMA AGROFLORESTA COM DENDÊ SOBRE PASTAGEM DEGRADADA: UM ESTUDO DE CASO | 39 |
| Introdução | 39 |
| Material e Métodos | 40 |
| Área de estudo | 40 |
| Desenho experimental | 41 |
| Coleta dos dados | 42 |
| Análise dos dados | 43 |
| Resultados e Discussão | 43 |
| Referências | 49 |

LISTA DE TABELAS

| | Pg. |
|---|-----|
| Tabela 2.1: Unidades amostrais estudadas em Tomé-Açu, PA, destacando a unidade demonstrativa (UD), os tratamentos experimental (T), cobertura vegetal anterior, tipo de cultivo instalado e modo de preparo da área. | 11 |
| Tabela 2.2. Densidade de sementes (D), riqueza (S), diversidade (H') e equibilidade (E) do banco de sementes em três unidades demonstrativas (UD) de sistemas agroflorestais com dendê no município de Tomé-açu, Pará | 16 |
| Tabela 2.3. Densidade de indivíduos por m ² (D), riqueza (S), diversidade de Shannon (H') da vegetação espontânea monitorada durante quatro anos seqüenciais (2008, 2009, 2010 e 2011) em três unidades demonstrativas (UD) de sistemas agroflorestais no município de Tomé-açu, Pará. | 18 |
| Tabela 2.4. Número de espécies encontradas nos bancos de sementes e nas plantas emergidas por forma de vida. | 18 |
| Tabela 2.5. Forma de vida, frequência e densidade média (sementes ou indivíduos/m ²) das espécies mais frequentes encontradas no banco de sementes (BS) e na flora emergida em 2008, 2009, 2010 e 2011 dos dois ambientes estudados, as áreas agrícolas e as capoeiras. | 22 |
| Tabela 3.1. Forma de vida, freqüência e densidade relativa (%) das espécies mais freqüentes de plantas daninhas encontradas em 2008, 2009, 2010 e 2011. | 44 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pg. |
|---|-----|
| Figura 2.1. Coleta do banco de sementes de sistemas agroflorestais no município de Tomé-açu. A) Gabarito de madeira (25 x 25 x 25 cm); B e C) Coleta e armazenamento das amostras em sacos plásticos; D) Casa de vegetação revestida com sombrite (75%) e coberta com plástico aditivado; E) Bandejas contendo amostras de solo; F) Bandejas controle contendo substrato estéril; G) Irrigadores; H) Identificação das plântulas e, J) Remoção das plântulas após o levantamento florístico mensal. | 14 |
| Figura 1.2. Inventário florístico da vegetação espontânea nos sistemas agroflorestais (A) e do estrato arbóreo das capoeiras adjacentes as unidades demonstrativas (B) no município de Tomé-açu, estado do Pará. | 14 |
| Figura 2.2. Curva de germinação do banco de sementes de três unidades demonstrativas de sistemas agroflorestais com dendê em Tomé-açu, Pará. | 16 |
| Figura 2.4. Número de indivíduos das espécies mais frequentes e abundantes nas áreas agrícolas estudadas (sementes no Banco de Sementes – BS e plantas emergidas nos anos de 2008 a 2011. | 23 |
| Figura 2.5. Porcentagem de contribuição das leguminosas na densidade levantada nas difernetes Unidades Demonstrativas (UD) e tratamentos (T) nos anos de 2008 a 2011. | 24 |
| Figura 2.6. Análise de Coinécia entre as matrizes de densidade do banco de sementes (93 espécies), e a vegetação levantada em 2008 (110 espécies), 2009, (107 espécies), 2010 (93 espécies), e 2011 (103 espécies) em sistemas agrícolas em Tomé-açu, Pará. | 24 |
| Figura 2.7. Análise de Coinécia entre as matrizes de densidade da vegetação levantada em 2008 (110 espécies), 2009, (107 espécies), 2010 (93 espécies), e 2011 (103 espécies) nos sistemas agrícolas em Tomé-açu, Pará. | 25 |
| Figura 3.1. – Densidade (N° de Indivíduos* m^2) (A) e riqueza (N° de Espécies) (B) de plantas levantadas por tratamento, com (CH) e sem (SH) herbicida, entre 2009 e 2011. Incluem as leguminosas para adubo verde e <i>Brachiaria humidicola</i> . | 45 |
| Figura 3.2. Abundância relativa (%) de <i>Brachiaria humidicola</i> , das Leguminosas para adubo verde e das outras espécies (verdadeiras plantas daninhas) nos tratamentos T1 (A), T2 (B) e T3 (C), com (CH) e sem (SH) herbicida, durante os anos de 2008 a 2011. | 46 |
| Figura 3.3. Relação entre Densidade relativa (Dr) de <i>B. humidicola</i> e leguminosas de ciclo curto plantas nos diferentes tratamentos ($y = - 0.709x + 59.328$; $R^2 = 0.2095$; $p = 0,037$). | 48 |

1. CONTEXTUALIZAÇÃO¹

Os sistemas agrícolas tradicionais têm sido apontados como grandes causadores de perdas de biodiversidade em regiões de colonização antiga na Amazônia. Esses sistemas são baseados no cultivo itinerante que se inicia com o preparo de área que é feito através do corte raso da vegetação e posterior queima, sendo em seguida, implantado um ciclo de cultivo agrícola, que é finalizado pelo abandono da área, após poucos anos de uso, e a migração para outra faixa de floresta (RODRIGUES; MIRANDA; KATO, 2007a).

No nordeste do estado do Pará, onde as áreas de floresta primária são praticamente inexistentes, pressões demográficas tem acelerado a reutilização dos espaços usados para agricultura, o que vem provocando uma diminuição progressiva do período de regeneração de florestas secundárias, resultando em perdas consideráveis de biodiversidade (SMITH et al., 2003; VIEIRA et al., 2003; BAAR et al., 2004; RODRIGUES; MIRANDA; KATO, 2007a; 2007b; VIEIRA; PROCTOR, 2007).

A busca de novas estratégias de produção que tenham como premissas a conservação da biodiversidade, além de um retorno econômico satisfatório tem se tornado um grande desafio para a agricultura na Amazônia. Nesse contexto, os sistemas agroflorestais (SAF), definidos como um sistema de uso da terra que envolve a integração de árvores ou outras espécies perenes lenhosas com cultivos agrícolas e/ou pecuária (SOMMARIBA, 1992; YARED; BRIENZA JÚNIOR; MARQUES, 1998), são freqüentemente vistos como uma alternativa promissora de manejo para as pequenas propriedades agrícolas no nordeste do Pará (VIEIRA et al., 2007).

Os SAF contribuem para diminuição do desmatamento uma vez que quebram a predominância do ciclo de agricultura migratória e pecuária extensiva praticada na Amazônia, possibilitando a geração de lucros significativos em áreas relativamente pequenas (SERRÃO, 1995; SMITH et al., 1998; SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004a). Os SAF também são usados por pequenos produtores por fornecer segurança alimentar, renda a curto, médio e em longo prazo e melhorias na qualidade de vida (BROWDER; PEDLOWSKI, 2000; VIEIRA et al., 2007).

¹ Esse capítulo segue as normas de formatação bibliográfica da UFRA

Além das vantagens socioeconômicas, os SAF também podem facilitar o processo de restauração florestal através da sucessão secundária (BROWDER; WYNNE; PEDLOWSKI, 2005) e promover vários serviços ambientais tais como: ciclagem de água e nutrientes, seqüestro de carbono da atmosfera e melhoria na qualidade do solo (ALBRECHT; KANDJI, 2003; SANTOS; MIRANDA; TOURINHO, 2004b; LUIZÃO et al., 2006; LUIZÃO, 2007; JOSE, 2009).

A associação de SAF com técnicas mais conservadoras de preparo de área pode potencializar ainda mais a sustentabilidade dessa atividade. Nesse sentido, a trituração manual ou mecanizada da biomassa aérea da floresta secundária no processo de preparo de área, baseado nos princípios de cultivo mínimo e plantio direto, é recomendada por Kato et al. (2004) e Sampaio, Kato e Nascimento-e-Silva (2008).

Nesse processo de preparo de área a cobertura morta é deixada no solo, em substituição a limpeza de área com uso de fogo, contribuindo para melhorar a capacidade regenerativa da vegetação secundária preservando mais propágulos do solo, tais como, tocos, rizomas, raízes e sementes, além de evitar perdas de nutrientes, emissões prejudiciais ao ambiente e os riscos de incêndio associado ao preparo de área com uso de fogo (DENICH et al., 2004; 2005; LEAL, 2004; RODRIGUES; MIRANDA; KATO, 2007a, TRINDADE et al., 2009).

A competição por recursos, exercida por plantas daninhas, entretanto, frequentemente representam sérios problemas no estabelecimento das culturas em SAF ou em monocultivos. São Consideras plantas daninhas, qualquer planta que cresce espontaneamente onde não é desejada e que, em geral, apresenta inúmeros mecanismos de agressividade que as garante grande competitividade com as culturas como, capacidade de sobrevivência em condições adversas, grande produção de sementes com fácil dispersão e longevidade e mecanismos de propagação eficiente com rizomas, tubérculos que resistem no solo por longos períodos culturas (LORENZI, 1982).

O desempenho de cultivos agrícolas no sistema de corte e trituração é relativamente bem conhecido, mas a associação desse sistema com SAF ainda é muito recente e em escala de parcelas experimentais. Logo, há necessidade de desenvolvimento de pesquisa para quantificar o potencial produtivo de arranjos diversos de SAF em áreas preparadas com corte e trituração (manual e mecanizada).

O conhecimento dos processos funcionais em SAF, além da produtividade comercial das espécies frutíferas e madeiras, é fundamental para subsidiar o planejamento, o manejo e a valoração de serviços ambientais de SAF. Dentro desse contexto, o “Projeto dendê: sistemas agroflorestais na agricultura familiar” visa quantificar serviços ambientais relacionados à ciclagem de carbono e nutrientes, qualidade do solo, polinização e diversidade de flora e fauna em SAF cujo componente principal é o dendezeiro.

O presente trabalho enquadra-se no Projeto dendê: sistemas agroflorestais na agricultura familiar, uma vez que ele procura avaliar os sistemas propostos, a partir de dois diferentes objetivos: (1) identificar as plantas daninhas a partir da derrubada da capoeira e estabelecer a relação entre o banco de sementes e as plantas emergidas em quatro anos de estudo – apresentado no Capítulo 2; (2) avaliar a dinâmica das plantas daninhas durante os anos iniciais da implantação da agrofloresta – apresentado no Capítulo 3.

Referências citadas

- ALBRECHT, A.; KANDJI, S.T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n.99, p.15-27, 2003.
- BAAR, R.; CORDEIRO, M.R.; DENICH, M.; LSTER, H. Floristic inventory of secondary vegetation in agricultural systems of East-Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, n.13, p.501-528, 2004.
- BROWDER, J.O.; PEDLOWSKI, M.A. Agroforestry performance on small farms in Amazonia: Findings from the Rondonia Agroforestry Pilot Project. *Agroforestry Systems*, n.49, p.63-83, 2000.
- BROWDER, J.O.; WYNNE, R.H.; PEDLOWSKI, M.A. Agroforestry diffusion and secondary forest regeneration in the Brazilian Amazon: further findings from the Rondonia Agroforestry Pilot Project (1992–2002). *Agroforestry Systems*, n.65, p.99-111, 2005
- DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M.S.A.; BLOCK, A.; KATO, O.R.; SÁ, T.D.A.; LÜCKE, W.; VLEK, P.L.G. Mechanized land preparation in forest-based

fallow systems: The experience from Eastern Amazonia. *Agroforestry Systems*, n.61, p.91-106, 2004.

DENICH, M.; VLEK, P.L.G.; SÁ, T.D.A.; VIELHAUER, K.; LÜCKE, W. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n.110, p.43-58, 2005.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, n.76, p.1-10, 2009.

KATO, O.R.; KATO, M.D.S.A.; SÁ, T.D.A.; FIGUEIREDO, R.D.O. Plantio direto na capoeira. *Ciência e Ambiente*, n.29, p.99-111, 2004.

LEAL, E.C. Potencial de regeneração da capoeira após preparo de área com queima e sem queima na Região Bragantina. In: Angelo-Menezes, M.N. e Neves, D.P. (Ed.). *Agricultura familiar. Pesquisa, Formação e Desenvolvimento. Interdisciplinaridade para a compreensão da complexidade da Agricultura Familiar*. Belém: UFPA/CCA/NEAF, 4(4): 371-399, 2004

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestre, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa, 1982. 425 p

LUIZÃO, F.J.; TAPIA-CORAL, S.; GALLARDO-ORDINOLA, J.; SILVA, G.C.; LUIZÃO, R.C.; T RUIJILLO-CABRERA, L.; WANDELLI, E.; FERNANDES, E.C.M. Ciclos biogeoquímicos em agroflorestas da Amazônia. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p.87-100.

LUIZÃO, F.J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Ciência e Cultura*, n.59, p.31-36, 2007.

RODRIGUES, M.A.C.M.; MIRANDA, I.S.; KATO, M.S.A. Estrutura de florestas secundárias após dois diferentes sistemas agrícolas no nordeste do estado do Pará, Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, n.37, p.591-598, 2007a.

RODRIGUES, M.A.C.M., I.S. MIRANDA, I.S.; KATO; M.S.A. Flora e estrutura da vegetação secundária após o uso de diferentes trituradores florestais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n.42, p.459-465, 2007b.

SAMPAIO, C.A.; KATO, O.R.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. Sistema de corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo a sustentabilidade florestal no nordeste paraense. *Revista de Gestão Social e Ambiental* n.2, p.41-53, 2008.

- SANTOS, S.R.M.; MIRANDA, I.S.; TOURINHO, M.M. Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. *Acta Amazonica*, n.34, p.251-263, 2004a.
- SANTOS, S.R.M.; MIRANDA, I.S.; TOURINHO, M.M. Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. *Acta Amazonica*, n.34, p.1-8, 2004b.
- SERRÃO, E.A. Desenvolvimento agropecuário e florestal na Amazônia proposta para o desenvolvimento científico e tecnológico. In: Costa, J.M.M. (Ed.). *Amazônia. Desenvolvimento econômico, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade de recursos naturais - Pará*. Belém: UFPA, NUMA, 1995. p.57-104.
- SMITH, N.; DUBOIS, J.; CURRENT, E.; LUTZ, E.; CLEMENT, C. Experiências Agroflorestais na Amazônia Brasileira: Restrições e Oportunidades. *Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil*. Brasília: Banco Mundial, 1998. 120p.
- SMITH, J.; FERREIRA, S.; KOP, P.; FERREIRA, C.P.; SABOGAL, C. The persistence of secondary forests on colonist farms in the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*, n.58, p.125-135, 2003.
- SOMMARIBA, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems*, n.19, p.233-240, 1992.
- TRINDADE, E.F.S.; RODIGUES, T.E.; CARVALHO, E.J.M.; CORRÊA, P.C.S. Matéria orgânica e atributos físicos de um argissolo amarelo distrófico no nordeste paraense. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, n.9, p.187-198, 2009.
- VIEIRA, I.C.G.; ALMEIDA, A.S.; DAVIDSON, E.A.; STONE, T.A.; CARVALHO, C.J.R.; GUERRERO, J.B. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment*, n.87, p.470-481, 2003.
- VIEIRA, I.C.G.; PROCTOR, J. Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. *Plant Ecol.*, n.192, p.303-315, 2007.
- VIEIRA, T.A.V.; ROSA, L.S.; VASCONCELOS, P.C.S.; SANTOS, M.M.S.; MODESTO, R.S. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. *Acta Amazônica*, n.37, p.549-558, 2007.

YARED, J.A.G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; MARQUES, L.C.T. Agrossilvicultura: conceitos, classificação e oportunidades para a aplicação na Amazônia brasileira. Belém: Embrapa-CPATU (Doc. 104), 1998. p.39.

2. DINÂMICA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM ÁREAS SUBMETIDAS A DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO DE ÁREA, MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, ESTADO DO PARÁ².

Introdução

A agricultura familiar é um sistema agrícola muito importante na região amazônica brasileira. Em 2004 foi responsável por 9,6% do Produto Interno Bruto brasileiro, sendo que nos estados da região amazônica representou entre 5 e 26,6% (Guilhoto et al. 2006). A Agricultura familiar na Amazônia está pautada na derruba e queima da floresta para instalação de roças e pastagens e no uso do pousio para recuperação das propriedades do solo (Kass e Somarriba 1999). Em geral, não há uso de produtos químicos, como herbicidas, fertilizantes, etc. devido ao alto custo que representa aos pequenos produtores. Assim, a comunidade da regeneração natural gera um grande problema, uma vez que são necessárias várias capinas por ano, principalmente nos primeiros anos a partir da implantação, fato que compromete a rentabilidade da produção.

O uso do mulch, originado da trituração da vegetação em pousio (capoeira), tem sido recomendado para a região amazônica (Denich et al. 2004, 2005), assim como o uso de plantas adubadeiras ou adubos verdes, para melhorar a performance nutritiva dos solos (Schwendener et al. 2007; Delarmelinda et al. 2010). Tanto o uso do mulch quanto o uso de adubos verdes, que também geram mulch após sua morte, são inibidores do crescimento das plantas daninhas (Teasdale e Mohler 2000; Hartwig e Ammon 2002; Ikuenobe e Anoliefo 2003; Mirsky et al. 2010).

Muitas plantas indesejáveis nas plantações, no entanto, são benéficas ao sistema, uma vez que elas promovem a regeneração florestal no próximo período do pousio. Nesse período instala-se um processo natural de regeneração florestal, dando origem a uma vegetação secundária, popularmente chamada de capoeira. A regeneração florestal inicia através das espécies que já estão presentes na área, pelas espécies que facilmente se dispersam das florestas adjacentes e pelas espécies que possuem sementes presentes no solo (Hermy et al. 1999). A importância de cada um desses grupos de espécies pode

² Esse capítulo segue as normas de formatação bibliográfica do periódico Weed Science.

mudar nos diferentes sítios sucessionais (Nepstad et al. 1996), pode mudar ao longo do processo sucessional (Vieira e Proctor 2007) e pode alterar a velocidade da regeneração florestal (Duncan 2006).

O período do pousio é também tido como um bom supressor das plantas daninhas na agricultura familiar (De Rouw 1995; Akobundu et al. 1999). Assim, identificar as plantas daninhas daquelas plantas espontâneas que promovem a regeneração é fundamental para manter a sustentabilidade desse sistema.

As plantas daninhas apresentam sementes dormentes que podem persistir no solo por vários anos (Buhler e Hartzler 2001; Davis et al. 2005) e assim podem reinfestar as áreas agrícolas por muitos anos (Davis et al. 2008). Em campos aráveis, a perturbação do solo e alta disponibilidade de nutrientes, podem funcionar como agentes estimuladores para a germinação, mas em ambientes com resíduos em decomposição no solo (por exemplo, o mulch) a germinação pode ser reduzida, pois grande quantidade de N pode ser imobilizada, resultando em um baixo teor de nitrato do solo, que pode evitar a quebra da dormência de sementes de algumas espécies (Benech-Arnold et al. 2000).

A maioria das sementes das plantas daninhas se originam das plantas que estão no mesmo local (95%, segundo Hume and Archibold 1986); no entanto, a densidade e a composição florística tanto do banco de sementes quanto das plantas atuais respondem às variações ambientais (Albrecht e Auerswald 2003; Dieleman et al. 2000) e às práticas agrícolas, tais como preparo do solo (Teasdale e Mohler 2000; Tuesca et al. 2001), rotação de culturas (Cardina et al. 2002; Bellinder et al. 2004; Moonen e Barberi 2004; Smith et al. 2009) e manejo das plantas daninhas (Menalled et al. 2001; Baumgartner et al. 2007).

Alguns estudos mostram uma fraca relação entre a composição florística do banco de sementes e das plantas estabelecidas (Swanton e Booth 2004; Davis et al. 2005; Légère et al. 2005; Steenwerth et al. 2010). Isso pode ser resultado da heterogeneidade temporal e espacial associado ao manejo das plantas daninhas no campo (Forcella et al. 1996). A heterogeneidade espacial e temporal pode ser tanto das condições ambientais (Dieleman et al. 2000; Albrecht e Auerswald 2003) quanto da quantidade de sementes disponíveis no solo (Luschei 2003).

Entender a dinâmica das plantas espontâneas, incluindo a relação entre o banco de sementes e a flora estabelecida pode ajudar a manejar as plantas daninhas a longo prazo.

Nos sistemas de agricultura familiar na Amazônia essa dinâmica ainda não foi elucidada, embora Mitja et al. (2008) e Mitja e Miranda (2010) tenham mostrado que as plantas atuais são fortemente influenciadas pelas espécies florestais que estavam no sistema antes da derrubada da floresta.

O objetivo geral deste trabalho foi identificar as plantas daninhas a partir da derrubada da capoeira e estabelecer a relação entre o banco de sementes e as plantas estabelecidas durante quatro anos (2008-2011) de estudo. Os objetivos específicos foram verificar se a composição e a estrutura das plantas mudam ao longo dos anos, em resposta à presença de adubos verdes ou ao modo de preparo do solo antes da implantação do cultivo e se a maioria das espécies são oriundas das capoeiras, preservando assim as espécies que promoverão a regeneração da capoeira nos períodos de pousio seguintes.

Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Tomé-açu, no nordeste do estado do Pará, Brasil, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: 02° 40'54" de latitude sul e 48°16'11" de longitude a oeste de Greenwich. Esse município ocupa uma área de 5.179,2 km² com uma população de 47.081 habitantes (IBGE 2009).

O município é caracterizado por apresentar um relevo predominantemente plano, com amplitude altimétrica entre 14 e 96 metros em relação ao nível do mar. Os solos são representados por latossolos amarelo distrófico em suas fases texturais, variando de média a argiloso e de topografia ondulada (Yamada 1999; Rodrigues et al. 2001; Frazão et al. 2005; Barros et al. 2009).

O clima da região é do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média máxima de 34,4 °C e temperatura média mínima de 21,1 °C, e pluviosidade anual em torno de 2.500 mm, com distribuição irregular durante os meses, definindo uma estação chuvosa e uma estação menos chuvosa. A estação chuvosa é verificada entre os meses de novembro a junho, e outra menos chuvosa, de julho a outubro, quando ocorrem totais pluviométricos mensais inferiores a 100 mm, o que causa significativa deficiência hídrica (Rodrigues et al. 2001; Frazão et al. 2005).

A cobertura vegetal presente é formada por floresta secundária em diferentes estágios sucessionais (capoeiras) resultante das ações antrópicas relacionadas com a exploração madeireira e práticas agrícolas nessa região. Fisionomicamente, a vegetação se destaca por apresentar um estágio predominantemente lenhoso e uniforme em relação à altura dos indivíduos dominantes e pela presença de espécies arbóreas remanescentes da floresta original, que apesar de terem uma baixa ocorrência, servem como indicadores da riqueza florestal da área em épocas passadas, como por exemplo, castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), o cedro (*Cedrela odorata* L.) e o ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (A.H. Gentry) S. Grose) (Frazão et al. 2005).

O experimento

Foram estudadas duas unidades demonstrativas (UD1, UD2) instaladas respectivamente em duas propriedades de pequenos produtores associados à Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA). A CAMTA apresenta experiência em sistemas agroflorestais e na produção de dendê, tendo um nível de organização e localização favorável a cultura de dendê (Rodrigues et al. 2001), motivo pelo qual foi selecionada para este projeto de pesquisa.

Cada UD apresenta uma área experimental contínua de 6 hectares com histórico de uso e condições iniciais distintas. Na UD1 e UD2 dominavam capoeiras com idades sucessionais semelhantes, sendo que na UD1 a capoeira foi originada após o abandono de um pomar de araçá (*Eugenia* sp.) e na UD2 após o abandono de cultivos de mandioca (*Manihot* sp.). Nas duas áreas, a capoeira tinha cerca de 10 anos de idade.

Cada UD foi dividida em três tratamentos (T) experimentais de 2 hectares, onde foram implantados diferentes arranjos de sistemas agroflorestais. Durante o processo de preparo de área as capoeiras foram trituradas de forma manual (Tratamento1 = T1) e mecanizada com uso do triturador florestal Tritucap (T2 e T3). Nos três tratamentos foram lançadas sementes de leguminosas de ciclo curto, como crotalária (*Crotalaria spectabilis* Röth), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), feijão guandú (*Cajanus cajan* (L.) Huth), puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.) e feijão calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.). As leguminosas foram lançadas em março de 2008 e em fevereiro de 2009.

Nos T1 e T2 o dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) foi consorciado com espécies arbóreas e de palmeiras, como cacau (*Theobroma cacao* L.), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), ucuúba (*Virola* sp.), pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze), bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) e ipê (*Tabebuia* sp.) (manual-biodiverso – T1 e Tritucap-biodiverso – T2). No T3 não foram plantadas as árvores, apenas o dendê e as leguminosas (Tritucap-leguminosa – T3) (Tabela 1). Em ambas as UD's, uma área de capoeira adjacentes as áreas experimentais foi utilizada como controle.

Em todos os tratamentos a trituração ocorreu em dezembro de 2007, em janeiro de 2008 houve uma correção do solo, com calagem e adubação (Fosfato de Arad) nas covas do dendê. Adubos orgânicos, como torta de mamona e sementes de açaí foram colocados na coroa do dendê, sempre que necessário. Capinas ocorreram de duas a três vezes por ano nas entrelinhas e na coroa do dendê ocorreu sempre que necessário.

Tabela 2.1: Unidades amostrais estudadas em Tomé-Açu, PA, destacando a unidade demonstrativa (UD), os tratamentos experimentais (T), cobertura vegetal anterior, tipo de cultivo instalado e modo de preparo da área.

| Unidade demonstrativa | Tratamentos | Cobertura vegetal anterior | Consórcio instalado | Preparo da área |
|-----------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|------------------|
| UD1 | T1 | Pomar | Árvores, dendê e leguminosas | Manual |
| | T2 | Pomar | Árvores, dendê e leguminosas | Máquina-Tritucap |
| | T3 | Pomar | Dendê com leguminosas | Máquina-Tritucap |
| | Capoeira | Pomar | - | - |
| UD2 | T1 | Cultivo de ciclo curto | Árvores, dendê e leguminosas | Manual |
| | T2 | Cultivo de ciclo curto | Árvores, dendê e leguminosas | Máquina-Tritucap |
| | T3 | Cultivo de ciclo curto | Dendê com leguminosas | Máquina-Tritucap |
| | Capoeira | Cultivo de ciclo curto | - | - |

Banco de sementes

Para a amostragem do banco de sementes do solo, em cada tratamento (2ha) foram coletadas aleatoriamente 35 amostras de solos com auxílio de um gabarito que media 0,0625m², a uma profundidade de 0-5 cm da superfície do solo. A coleta de solos ocorreu no final de novembro de 2008, 11 meses após o preparo das áreas e primeiros plantios (Figura 2.1).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para casa de vegetação, onde foram espalhadas separadamente em bandejas plásticas sobre uma fina camada de substrato estéril (vermiculita), e distribuídas aleatoriamente sobre bancadas. Para verificar a ocorrência de contaminação por sementes externas a casa de vegetação, 50 bandejas controle contendo apenas vermiculita foram distribuídas entre as amostras de solo, sendo excluídas dos levantamentos as espécies que ocorressem nessas bandejas. Diariamente as bandejas foram irrigadas durante uma hora com o auxílio de irrigadores (Figura 2.1).

Todos os indivíduos germinados foram identificados e contabilizados em levantamentos florísticos mensais. Após serem inventariadas, todas as plântulas eram removidas. Esse processo foi repetido por dez meses, até a completa estabilização da curva de germinação do banco de sementes do solo (Figura 2.1).

Flora estabelecida

A dinâmica das plantas espontâneas foi caracterizada através de levantamentos florísticos anuais no período de 2008 a 2011. Para tal, foram alocadas, de forma aleatória, em todos os tratamentos, 12 parcelas de 2 x 2 m (4 m²) onde foram inventariados todos os indivíduos com altura < 1,5 m. As espécies foram classificadas em quatro formas de vida: arbóreas/arbustivas, lianas, palmeiras e herbáceas (Figura 2.2).

O estrato arbóreo das capoeiras foi inventariado no ano de 2008, em quatro parcelas amostrais de 25 x 25 m (625 m²), onde todos os indivíduos arbóreos ou de palmeiras com diâmetro à altura de 1,30 cm (DAP) maior ou igual a 10 cm foram inventariados e identificados. A identificação das espécies foi feita *in loco* com auxílio de um parataxônomo e/ou por comparação no Herbário do Museu Emílio Goeldi em Belém-PA (Figura 2.2).



Figura 2.1. Coleta do banco de sementes de sistemas agroflorestais no município de Tomé-açu. A) Gabarito de madeira (25 x 25 x 25 cm); B e C) Coleta e armazenamento das amostras em sacos plásticos; D) Casa de vegetação revestida com sombrite (75%) e coberta com plástico aditivado; E) Bandejas contendo amostras de solo; F) Bandejas controle contendo substrato estéril; G) Irrigadores; H) Identificação das plântulas e, J) Remoção das plântulas após o levantamento florístico mensal.



Figura 2.2. Inventário florístico da vegetação espontânea nos sistemas agroflorestais (A) e do estrato arbóreo das capoeiras adjacentes às unidades demonstrativas (B) no município de Tomé-açu, estado do Pará.

Análise dos dados

A densidade (número de indivíduos por m²), riqueza e diversidade de Shannon-Weaver foram utilizados para descrever a composição e estrutura da comunidade de plantas dos tratamentos (Brower et al. 1998). A influência da composição florística encontrada no banco de sementes sobre a composição florística das plantas emergidas durante os quatro anos de estudo foi determinada pela similaridade florística de Jaccard (Brower et al. 1998). Esse índice também foi utilizado para comparar a composição encontrada nos diferentes anos.

As estruturas das matrizes de densidades foram comparadas por análises de CoInércia entre a banco de sementes e a flora levantada em 2008, 2009, 2010 e 2011. A análise de CoInércia compara a estrutura entre duas matrizes de dados reveladas pela Análise de Componentes Principais (Dolédec and Chessel 1994). Para isso, em cada matriz foram excluídas as espécies raras (aquelas que ocorriam em apenas um tratamento) e as densidades foram logaritmizadas (Log_{n+1}). O programa utilizado foi o Ecological Data Analysis (Thioulouse et al. 1997) associado ao pacote R 1.9 (R-Development-Core-Team, 2009).

Resultados

Caracterização do banco de sementes

A curva de germinação do banco de sementes apresentou tendência de estabilidade após 10 meses de monitoramento. Nos quatro primeiros meses de monitoramento ocorreram 63% dessas germinações (Figura 2.3). Não houve ocorrência de indivíduos nas bandejas controles da casa de vegetação.

Um total de 119 espécies germinaram, pertencentes a 84 gêneros e 43 famílias. A quantidade de sementes da UD1 (média de 5.738,8 sem/m²) foi muito superior à quantidade de sementes da UD2 (média de 1.019,7 sem/m²) e das capoeiras (média de 1.186,3 sem/m²). A riqueza de espécies dos tratamentos da UD2 foi menor que a riqueza encontrada na UD1 e na capoeira, com valores médios de 57, 64 e 70, respectivamente. A diversidade de Shannon foi o inverso, sendo maior na UD2 do que nos tratamentos da UD1 e capoeira, com valores médios de 2,90, 2,11 e 2,57, respectivamente (Tabela 2.2).

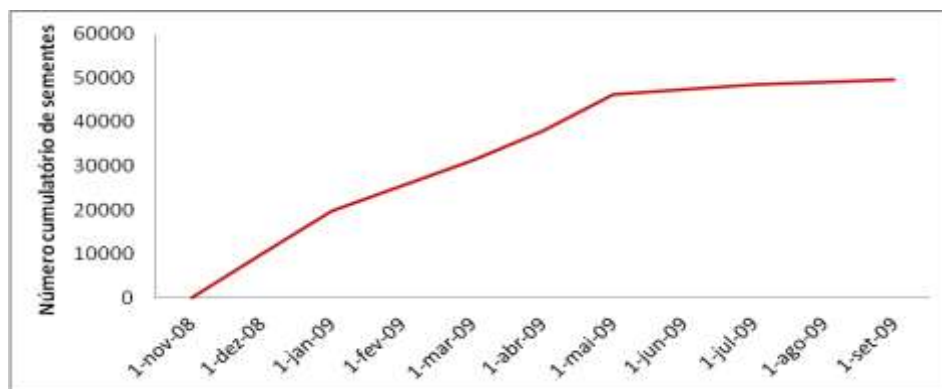


Figura 2.3. Curva de germinação do banco de sementes de três unidades demonstrativas de sistemas agroflorestais com dendê em Tomé-açu, Pará.

Tabela 2.2. Número de sementes (N. sem.), densidade de sementes (D), riqueza (S) e diversidade de espécies (H') do banco de sementes nas três unidades demonstrativas (UD) de sistemas agroflorestais com dendê no município de Tomé-açu, Pará.

| Grupos | Tratamentos | N. Sem. | D (sem./m ²) | S | H' |
|--------------|---------------------------|--------------|--------------------------|-------------|-------------|
| UD1 | T1-Manual-SAF | 12486 | 5707,9 | 69 | 2,55 |
| | T2-Mecanizado-SAF | 11748 | 5370,5 | 59 | 1,85 |
| | T3-Mecanizado-Leguminosas | 13426 | 6137,6 | 63 | 1,94 |
| Média | | 12553 | 5738,7 | 64 | 2,11 |
| UD2 | T1-Manual-SAF | 1899 | 868,1 | 54 | 2,75 |
| | T2-Mecanizado-SAF | 1603 | 732,8 | 61 | 2,93 |
| | T3-Mecanizado-Leguminosas | 3189 | 1457,8 | 57 | 3,03 |
| Média | | 2230 | 1019,6 | 57 | 2,90 |
| Capoeiras | UD1 | 2674 | 1222,4 | 72 | 2,22 |
| | UD2 | 2516 | 1150,2 | 67 | 2,91 |
| Média | | 2595 | 1186,3 | 69,5 | 2,57 |

Embora o banco de sementes tenha sido composto por 119 espécies, a maioria apresentou baixa quantidade de sementes. A espécie *Miconia ceramicarpa* (DC.) Cogn. apresentou alta densidade em todas as áreas, representando 43,7% das sementes da UD1, 15% das sementes da UD2 e 39,6% das sementes das capoeiras.

Outras espécies, tais como *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl, *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) Exell, *Lindernia crustacea* (L.) F. Muell., *Cyperus laxus* Lam. e *Rynchospora ciliata* Kük. apresentaram expressivo número de sementes no solo das áreas agrícolas. Nas capoeiras, entre as mais expressivas estão *Piper aduncum* L.,

Trema micrantha (L.) Blume, *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy, *Cecropia obtusa* Trécul e *Sabicea aspera* Aubl. Essas espécies tiveram densidade relativa maior que 3% tanto nos ambientes agrícolas quanto nas capoeiras.

Caracterização das plantas estabelecidas

Nos quatro inventários florísticos das áreas agrícolas e das capoeiras nas duas UD's, foram levantados um total de 36.721 indivíduos distribuídos em 398 espécies, 215 gêneros e 86 famílias. As densidades de plantas das áreas agrícolas (média de 28,8 plantas/m², amplitude de 8,6 – 53,1 plantas/m²) foram superiores às densidades encontradas nas capoeiras (média: 10 plantas/m²; amplitude: 8,4 – 38,7 plantas/m²). Em todas as áreas agrícolas a densidade de espécies aumentou nos três primeiros anos e diminuiu em 2011. Exceção foi apresentada pelo T3 da UD1 e T1 da UD2, onde não houve diminuição. Nas capoeiras a densidade foi estável ao longo dos quatro anos (Tabela 2.3).

A riqueza de espécies das áreas agrícolas (média: 55 espécies; amplitude: 45 - 66 espécies) foi similar à riqueza das capoeiras (média: 62 espécies; amplitude: 47 - 75 espécies). Houve uma tendência de diminuição da riqueza de espécies em todas as áreas agrícolas ao longo dos quatro anos. Nas capoeiras, a riqueza aumentou entre 2008 e 2009, diminuiu entre 2009 e 2010, e voltou a aumentar entre 2010 e 2011 (Tabela 2.3). A diversidade de Shannon foi menor nas áreas agrícolas (H' média: 2,86; amplitude: 2,40 – 3,24).do que nas capoeiras (H' média: 3,4; amplitude: 2,74 – 3,68).

A variação na diversidade de Shannon entre os anos não apresentou um padrão definido, ora aumentou, ora diminuiu, tanto nas áreas agrícolas quanto nas capoeiras (Tabela 2.3). No entanto, essa variação não apresentou diferenças estatísticas ao longo do tempo.

Tabela 2.3. Densidade de indivíduos por m² (D), riqueza (S), diversidade de Shannon (H') da vegetação espontânea monitorada durante quatro anos seqüenciais (2008, 2009, 2010 e 2011) em três unidades demonstrativas (UD) de sistemas agroflorestais no município de Tomé-açu, Pará.

| Unidades demonstrativas | | D (ind./m ²) | | | | Riqueza (S) | | | | Diversidade de Shannon | | | |
|-------------------------|--------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| UD1 | T1 | 21.1 | 21.6 | 38.3 | 25.7 | 66 | 55 | 45 | 47 | 3.05 | 3.23 | 2.42 | 3.02 |
| | T2 | 19.6 | 29.3 | 41.6 | 36.4 | 64 | 55 | 46 | 50 | 2.84 | 3.24 | 2.88 | 2.80 |
| | T3 | 19.7 | 25.7 | 29.4 | 44.6 | 59 | 49 | 47 | 45 | 2.71 | 3.17 | 3.04 | 2.37 |
| | Média | 20.1 | 25.5 | 36.4 | 35.6 | 63 | 53 | 46 | 47 | 2.87 | 3.21 | 2.78 | 2.73 |
| UD2 | T1 | 16.5 | 16.5 | 29.1 | 32.2 | 58 | 63 | 53 | 52 | 2.40 | 3.30 | 2.54 | 2.88 |
| | T2 | 8.6 | 27.9 | 48.5 | 40.3 | 59 | 58 | 55 | 49 | 3.13 | 3.05 | 2.54 | 2.46 |
| | T3 | 14.2 | 37.8 | 53.1 | 13.3 | 63 | 66 | 63 | 49 | 3.01 | 2.91 | 2.84 | 2.90 |
| | Média | 13.1 | 27.4 | 43.6 | 28.6 | 60 | 62 | 57 | 50 | 2.85 | 3.09 | 2.64 | 2.75 |
| CAP | UD1 | 8.7 | 8.5 | 11.2 | 10.3 | 63 | 61 | 47 | 75 | 3.53 | 3.52 | 2.74 | 3.68 |
| | UD2 | 8.4 | 8.4 | 9.5 | 8.9 | 60 | 70 | 53 | 65 | 3.32 | 3.66 | 3.17 | 3.60 |
| | Média | 8.6 | 8.5 | 10.4 | 9.6 | 62 | 66 | 50 | 70 | 3.43 | 3.59 | 2.96 | 3.64 |

As espécies das capoeiras

Das 398 espécies levantadas, 148 (37%) ocorreram apenas nas capoeiras (como árvores, no banco de sementes, ou como plântulas) e 249 (63%) ocorreram nas áreas agrícolas, sendo que 117 (29%) espécies ocorreram apenas nas áreas agrícolas (no banco de sementes ou como plantas emergidas anualmente) e 132 (33%) espécies ocorreram nos dois ambientes (Tabela 2.4).

A maioria das espécies (84%) exclusivas da capoeira eram arbóreas/arbustivas, já as espécies exclusivas das áreas agrícolas apresentavam principalmente a forma herbácea (58%). As espécies que ocorreram tanto nas capoeiras como nas áreas agrícolas eram arbóreas/arbustivas (46%), herbáceas (32%) ou lianas (21%).

Tabela 2.4. Número de espécies encontradas nos bancos de sementes e como plantas emergidas, por forma de vida.

| Situação das espécies | Árvores e Arbustos | Lianas | Ervas | Palmeiras | Total |
|--|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Exclusivas das capoeiras (n=10) | 124 | 11 | 10 | 3 | 148 |
| Exclusivas dos experimentos agrícolas (n=30) | 27 | 20 | 68 | 2 | 117 |
| Compartilham os ambientes agrícolas e das capoeiras (n=40) | 61 | 28 | 42 | 1 | 132 |
| Total | 212 | 59 | 120 | 6 | 398 |

A maioria das espécies (70) que ocorreram nos dois ambientes foram muito raras, com frequência de ocorrência de até 25%; 41 espécies apresentaram frequência entre 26 e 50%; e, 19 espécies apresentaram frequência maior que 50%. Essas espécies com maior frequência são também mais abundantes nas áreas agrícolas do que nas capoeiras (Tabela 2.5).

Foram encontradas 60 espécies de árvores nas capoeiras, 33 e 42 espécies nas capoeiras da UD1 e UD2, respectivamente. 15 espécies ocorreram nas duas capoeiras. 40 espécies ocorreram apenas nas capoeiras e apenas 20 espécies encontradas ocorreram nas áreas agrícolas, sendo que a maioria delas apresentou frequência muito baixa (menos de 20%). As mais frequentes foram: *Banara guianensis* Aubl. (ocorreu em 73% dos eventos amostrais), *Cecropia obtusa* (43%), *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (57%) e *Vismia guianensis* (77%).

As espécies das áreas agrícolas

A maioria (75%) das espécies que ocorreram apenas nas áreas agrícolas foi também muito rara (frequência menor que 25% e baixa densidade); apenas nove espécies apresentaram frequência maior que 50%. Essas nove espécies, mais outras seis espécies menos frequentes, foram as mais abundantes nas áreas agrícolas. Entre elas, três espécies de leguminosas plantadas como adubo verde (*Calopogonium mucunoides*, *Canavalia ensiformis* e *Pueraria phaseoloides*).

Exceto as leguminosas, as demais espécies apresentaram, em geral, baixa densidade nas áreas agrícolas (menos de 1 ind./m²), embora sejam as espécies de maior abundância e não apresentaram um padrão similar de crescimento populacional ao longo do tempo (Figura 2.4).

Astraea lobata (L.) Klotzsch, *Spigelia anthelmia* L., *Steinchisma laxa* (Sw.) Zuloaga e *Rolandra fruticosa* (L.) Kuntze, em geral, apresentaram grande abundância no banco de sementes mas baixa abundância entre as plantas emergidas anualmente. *Homolepis aturensis* (Kunth) Chase. apresentou alta densidade apenas nos tratamentos da UD2 no ano 2010. A espécie *Solanum stramonifolium* Jacq. não ocorreu no banco de sementes e aumentou sua densidade nos tratamentos da UD1 ao longo do tempo. *Croton trinitatis* Millsp., *Cyperus ligularis* L. e *Cyperus simplex* Kunth foram mais abundantes em 2009 e 2010 nos tratamentos da UD1. *Rhynchospora ciliata* e *Lantana*

camara L. estavam nas duas unidades demonstrativas com maiores densidades em 2009 e 2010 (Figura 2.4).

Embora a quantidade de sementes de leguminosas introduzidas nos diferentes tratamentos tenha sido similar, a porcentagem de indivíduos encontrados foi diferente. Houve tratamento em que as leguminosas representavam cerca de 60% das plantas em 2008 e em outros tratamentos menos de 20%. A quantidade de leguminosas diminuiu ao longo dos quatro anos em todos os tratamentos (Figura 2.5).

Influência do banco de sementes

A composição florística do banco de sementes apresentou maior similaridade com as espécies levantadas em 2008 (51% e 42% nas áreas agrícolas da UD1 e UD2, respectivamente e 30% nas capoeiras). Nos três anos seguintes essa similaridade foi reduzida e variou em torno de 27%, 20% e 10% nas áreas da UD1, UD2 e capoeiras, respectivamente.

No entanto, a estrutura da comunidade florística do banco de sementes foi similar às estruturas das floras emergidas em 2008, 2009, 2010 e 2011; embora essa similaridade decresça ao longo do tempo. A análise de CoInércia apresentou uma variância explicada de 91% (Teste de Monte-Carlo; $p=0.001$) entre as matrizes do banco de sementes e da flora levantada em 2008; esse percentual diminuiu com o passar do tempo, sendo 84% na CoInércia com a matriz da flora de 2009 (Teste de Monte-Carlo; $p=0.001$), 71% com a matriz da flora de 2010 (Teste de Monte-Carlo; $p=0.0011$), e 81% com a matriz da flora de 2011 (Teste de Monte-Carlo; $p=0.001$) (Figura 2.6).

Mudanças florísticas ao longo do tempo

A similaridade entre a composição florística da vegetação das áreas agrícolas nos quatro anos de estudo diminuiu com o tempo. A similaridade entre a composição florística encontrada em 2008 e 2009 foi em média de 49%; entre 2009 e 2010 foi 40%; entre 2010 e 2011 também foi de 40%. As capoeiras também mudaram com o tempo, entre 2008 e 2009 a similaridade média foi de 40%, de 2009 e 2010 foi de 27% e de 2010 e 2011 foi de 24%.

A análise de CoInércia mostrou que a estrutura da comunidade emergida não apresentou mudanças significativas entre os anos. O percentual de variância explicada

entre as matrizes de 2008 e 2009 foi de 96% (Teste de Monte-Carlo; $p=0.001$). Entre 2009 e 2010 a variância foi explicada em 95% (Teste de Monte-Carlo; $p=0.001$), e de 2010 para 2011 foi de 86% (Teste de Monte-Carlo; $p=0.004$) (Figura 2.7).

Tabela 2.5. Forma de vida, frequência e densidade média (sementes ou indivíduos/m²) das espécies mais frequentes encontradas no banco de sementes (BS) e na flora emergida no período de 2008 a 2011 dos dois ambientes estudados, as áreas agrícolas e as capoeiras.

| Espécies | Forma de Vida | Frequência % | Áreas Agrícolas | | | | | Capoeiras | | | | |
|--|---------------|--------------|-----------------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|
| | | | BS | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | BS | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| <i>Acalypha arvensis</i> Poepp. | Erva | 60 | 17 | 0.1 | 0 | 0.2 | 0.4 | 4.8 | 0.1 | - | - | - |
| <i>Adenocalymma neoflavum</i> L.G. Lohmann | Liana | 53 | - | - | 0.3 | 0.1 | - | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. | Árvore | 53 | - | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | - | - | - | - | 0.1 |
| <i>Banara guianensis</i> Aubl. | Árvore | 70 | 13.6 | - | 0.1 | - | 0.1 | 23.8 | - | - | - | 0.1 |
| <i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K. Schum. | Erva | 83 | 48.1 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 0.5 | 3.7 | 0.1 | 0.1 | - | - |
| <i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey. | Erva | 65 | 94.2 | 0.3 | 0.4 | 1 | 1.1 | 18.5 | - | - | - | - |
| <i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth. | Erva | 53 | 0.3 | - | 0.9 | 0.2 | 0.5 | - | - | - | - | 0.1 |
| <i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl. | Liana | 65 | - | - | 0.3 | 0.4 | 0.1 | - | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 |
| <i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight | Erva | 68 | 5.9 | 0.1 | 1.2 | 0.1 | - | 1.4 | 0.1 | - | - | - |
| <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl | Erva | 53 | 327.7 | - | 0.2 | 0.9 | 0.3 | 7.3 | - | - | - | - |
| <i>Mandevilla hirsuta</i> (A. Rich.) K. Schum. | Liana | 53 | 2 | - | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 4.6 | - | - | - | - |
| <i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb. | Erva | 58 | 2.3 | - | - | - | 0.1 | 4.6 | - | - | - | - |
| <i>Panicum pilosum</i> Sw. | Erva | 75 | 36.7 | 0.2 | 1 | 3.2 | 2.3 | 6.2 | - | - | - | - |
| <i>Phyllanthus niruri</i> L. | Erva | 68 | 31.1 | - | 0.2 | 0.1 | 3 | 4.6 | - | - | - | - |
| <i>Scleria melaleuca</i> Rich. ex Schlt. & Cham. | Erva | 58 | 69.3 | - | - | 3.9 | 1.5 | 26.7 | - | - | 0.1 | 0.4 |
| <i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski | Árvore | 78 | 5 | - | 1 | 0.7 | 0.2 | 6.6 | 0.1 | - | - | - |
| <i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi | Árvore | 68 | 4 | - | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | - | - | - | - |
| <i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy | Árvore | 70 | 6.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 53 | - | - | - | 0.1 |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | Árvore | 60 | 0.6 | - | 0.1 | - | 0.1 | 12.1 | - | 0.1 | - | - |

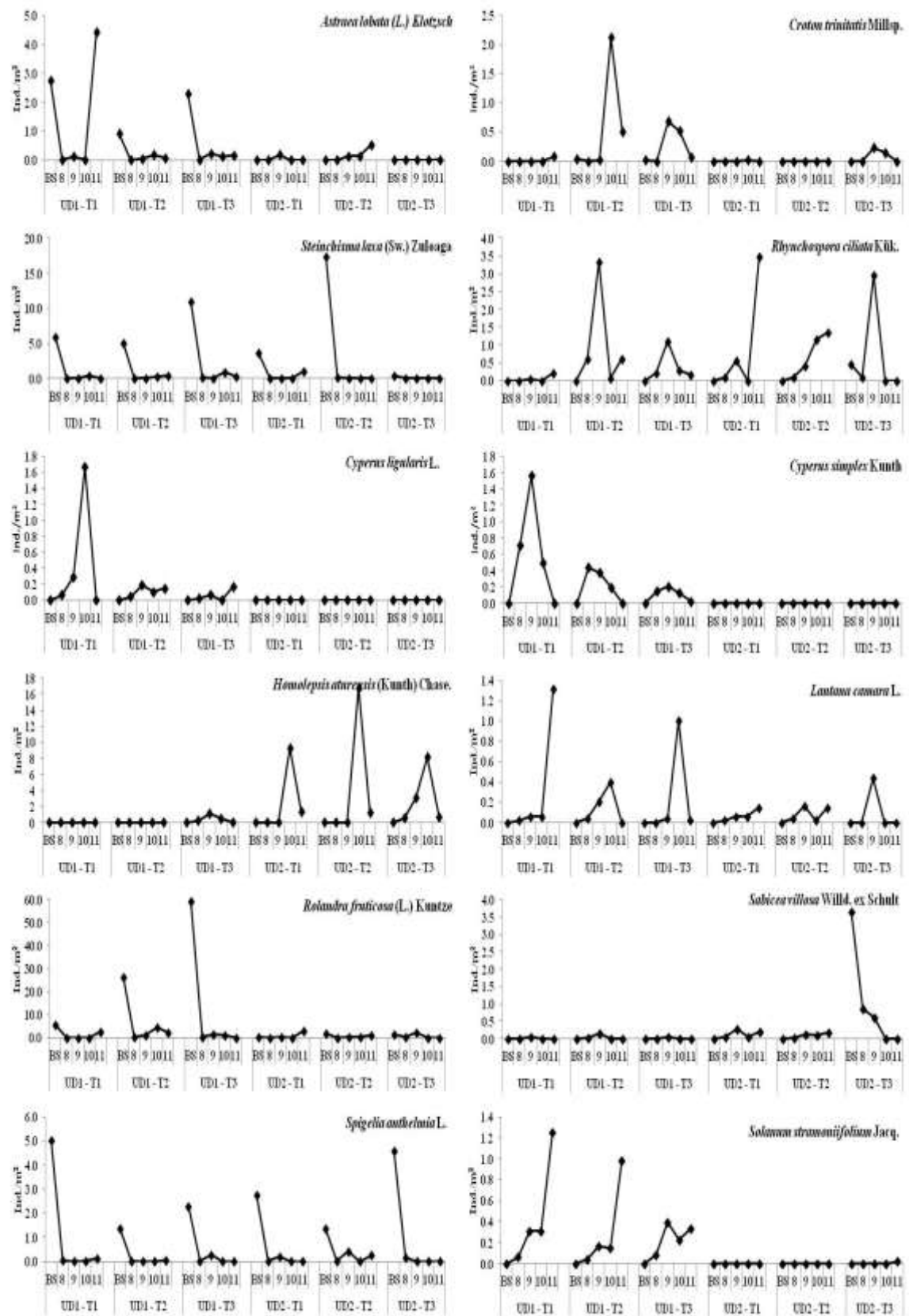


Figura 2.4. Número de indivíduos das espécies mais frequentes e abundantes nas áreas agrícolas estudadas (sementes no Banco de Sementes – BS e plantas emergidas nos anos de 2008 a 2011).

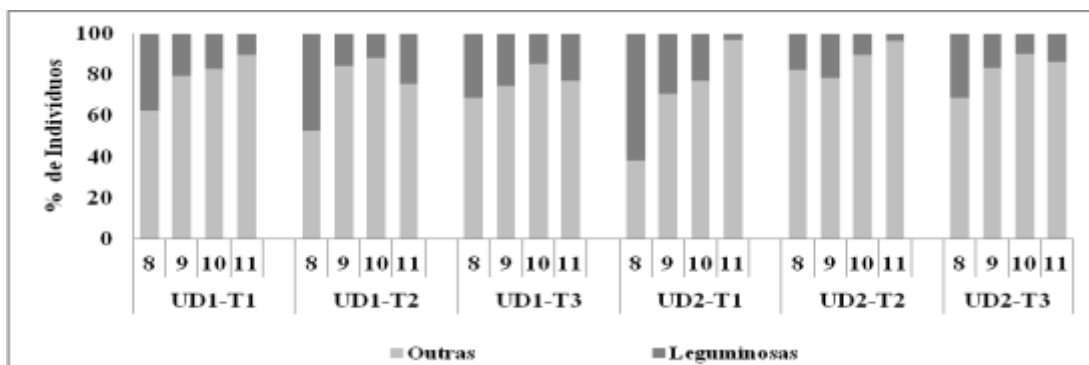


Figura 2.5. Porcentagem de contribuição das leguminosas na densidade levantada nas diferentes Unidades Demonstrativas (UD) e tratamentos (T) nos anos de 2008 a 2011.

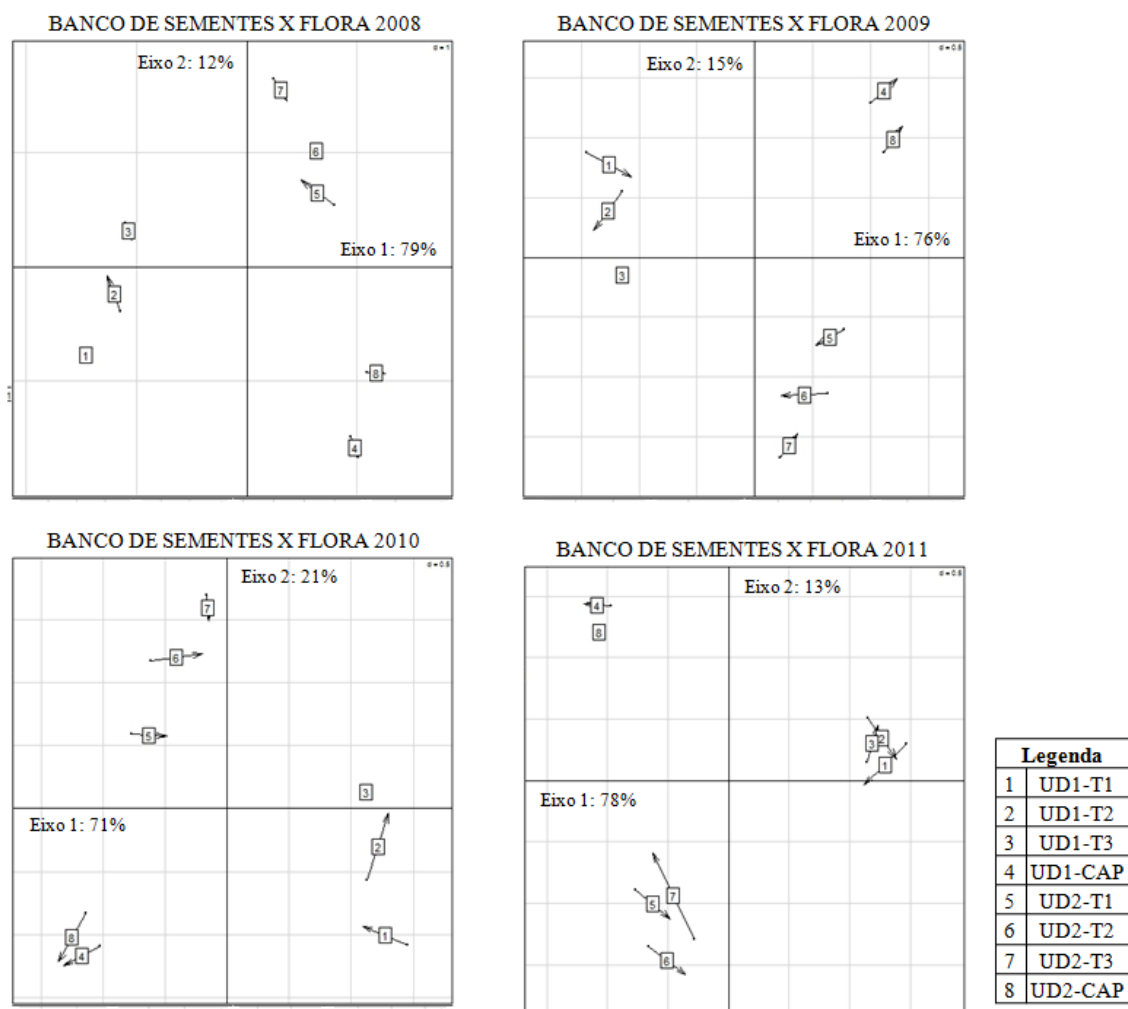


Figura 2.6. Análise de Coinéncia entre as matrizes de densidade do banco de sementes (93 espécies), e a vegetação levantada em 2008 (110 espécies), 2009, (107 espécies), 2010 (93 espécies), e 2011 (103 espécies) em sistemas agrícolas em Tomé-açu, Pará.

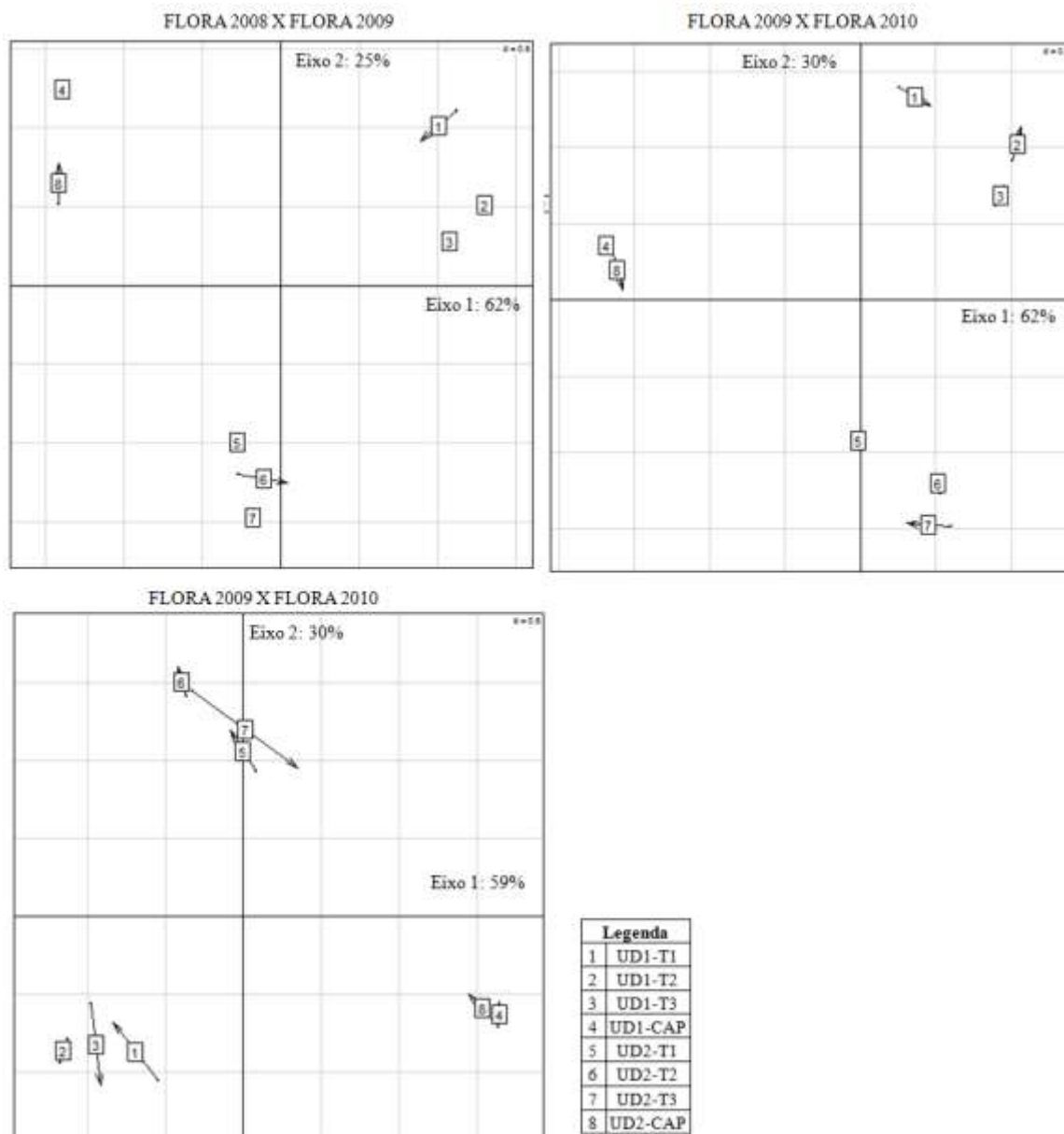


Figura 2.7. Análise de Coinéncia entre as matrizes de densidade da vegetação levantada em 2008 (110 espécies), 2009, (107 espécies), 2010 (93 espécies), e 2011 (103 espécies) nos sistemas agrícolas em Tomé-açu, Pará.

Discussão

O banco de sementes

A densidade e diversidade do banco de sementes não apresentou grandes variações entre os tratamentos mais sim entre as UD's, indicando uma influência do histórico de uso de cada unidade demonstrativa. Embora o preparo do solo seja uma importante atividade que gera impactos sobre o banco de sementes de plantas daninhas (Ball 1992), nas áreas estudadas esse fator não foi importante.

A UD1 apresentou maior densidade de sementes e riqueza de espécies que a UD2, provavelmente, em decorrência de sementes persistentes que ocupavam essas áreas anteriormente e que se mantiveram no solo após a implantação dos sistemas agrícolas atuais. Na UD1 havia culturas perenes (pomar) onde as perturbações no solo eram bem menos intensas que na UD2, onde havia rotação de culturas. Segundo Sosnoskie et al. (2009), a diversidade e o acúmulo de sementes são maiores na superfície de solos onde a intensidade manejo é reduzida.

Os valores de densidades de sementes encontrados neste estudo foram semelhantes aos encontrados em outros estudos em agroecossistemas brasileiros. Costa e Mitja (2009) encontraram 7.236 sem./m² em sistemas agroflorestais na Amazônia Central; Costa et al. (2009) encontraram 5.113 sem./m² em cultivos de mandioca também na Amazônia central; Carmona (1995) verificou uma média de 6.768 sem./m² em áreas com rotação de culturas e 3.595 sem./m² em um pomar de citrus no Distrito Federal; Miranda et al. (2009) encontrou uma média de 4.216 sem./m² em pastagens na Amazônia oriental. Segundo De Rouw e Van Oers (1988) em áreas agrícolas recém-formadas em regiões tropicais, a densidade de sementes no solo pode variar de 400 a 10.000 sem./m².

Os valores de densidade encontrados nas capoeiras também foram similares aos relatados na literatura. Vieira e Proctor (2007) encontraram 1.190 sem./m², 547 sem./m² e 450 sem./m² em capoeiras da Amazônia oriental de respectivamente 5, 10 e 20 anos. Araujo et al. (2001) encontraram 2.848 sem./m², 1.427 sem./m² e 756 sem./m² em capoeiras de 6, 17 e 30 anos, também na Amazônia oriental. Garwood (1989), relata que em florestas tropicais a densidade de sementes no solo pode variar de 24 a 3.350 sem./m², o que segundo o autor está relacionado com o nível de conservação do

ecossistema, considerando valores superiores a 500 sem./m² como um indicativo de perturbação.

Dentre as espécies mais importantes em nosso estudo, verificamos que *Homolepis aturensis* ocorreu só na UD2 enquanto *Croton trinitatis*, *Cyperus ligularis* e *Cyperus simplex* Kunth ocorrerem só na UD1 demonstrando, que em geral, a maioria das sementes das plantas daninhas se origina das plantas que estão no mesmo local (95%, segundo Hume e Archibold (1986)), estabelecendo um ciclo pontual.

A espécie *Miconia ceramicarpa* foi responsável por 43,7% das sementes encontradas no solo da UD1, sendo a principal responsável pela alta densidade de sementes encontrada nessa unidade demonstrativa. Em geral, as plantas do gênero *Miconia* apresentam pequenos frutos, com aproximadamente 6 mm de diâmetro, e pode conter mais de 200 sementes; esse gênero é considerado heliófilo e se estabelece rapidamente em florestas secundárias (Coelho et al. 2003). Fato semelhante foi observado por Araujo et al. (2001), que verificou que a espécie *Miconia serialis* DC. predominou no banco de sementes do solo com 44%, 57% e 57% respectivamente em florestas sucessionais de 6, 17 e 30 anos na Amazônia Oriental. Apesar da maioria das espécies pioneiras produzirem elevada quantidade de sementes, o banco de sementes persistente pode ser dominado por uma única espécie (Garwood 1989).

A maior similaridade florística e estrutural entre banco de sementes e a flora emergida verificada no primeiro ano (2008) e a redução dessa similaridade nos anos seguintes (2009, 2010 e 2011) mostram que a influência do banco de sementes é temporal e que as perturbações no solo, tais como aquelas originadas do preparo de área e, do manejo aplicado nos sistemas, podem estimular a germinação de muitas outras sementes, provavelmente em função das mudanças ambientais que ocorrem. Segundo Thompson et al. (1997) o banco de sementes pode ser considerado uma memória de uma comunidade de plantas daninhas anuais e não a médio ou longo prazo. A relação entre a composição florística do banco de sementes e a flora germinada é sujeita a muitos diferentes fatores, especialmente por que a distribuição das sementes e das espécies varia muito espacial e temporalmente (Cardina e Sparrow 1996). Davis et al. (2005) também encontraram baixa influência do banco de sementes sobre a flora emergida.

A fraca relação entre banco de sementes do solo e plantas emergidas pode ser exemplificada pelas espécies *Astraea lobata*, *Spigelia anthelmia*, *Steinchisma laxa* e

Rolandra fruticosa que tiveram uma alta concentração de sementes no solo e baixa densidade na flora emergida, e ao contrário, a espécie *Solanum stramonifolium* aumentou sua densidade nos tratamentos da UD1 ao longo do tempo e não estava presente no banco de sementes do solo. As alterações no ambiente agrícola no decorrer dos anos, provocadas pelo desenvolvimento dos diferentes arranjos agrícolas, diminuíram a influência do banco de sementes na emergência de plantas e mudaram a composição florística da área.

A presença de propágulos vegetativos no solo como tocos e raízes decorrentes da vegetação anterior, também devem ter contribuído para as diferenças florísticas verificadas entre banco de sementes e flora emergida. O rebrotamento é uma importante fonte de regeneração para espécies arbóreas/arbustivas (Vieira e Proctor 2007) que em geral se distingue das espécies presentes no banco de sementes, que é composto predominantemente por ervas.

A dinâmica das plantas estabelecidas

A densidade de 28,8 plantas/m² encontrada nas áreas agrícolas foi inferior àqueles relatados em outros estudos no Brasil. Martins (1994), verificou médias variando de 30 plantas/m² a 218 plantas/m² em consórcios de milho com leguminosas no Paraná; Carmona (1995) encontrou 110 plantas/m² em áreas com rotação de culturas e 62,1 plantas/m² um pomar de *citrus* no Distrito Federal; Rodrigues et al. (2007b) encontrou 46 plantas/m² em áreas após trituração da cobertura vegetal no Pará. Segundo Souza (1995) a composição florística e o tamanho das comunidades de plantas daninhas em cada local são influenciados acentuadamente pelas práticas agrícolas e pelos sistemas de manejo do solo e das culturas.

O aumento na densidade de plantas e a diminuição da riqueza, verificado principalmente nos três primeiros anos, pode ser resultado de diferentes fatores que geraram perturbações no solo, e provocaram reinfestações de algumas espécies pontuais (McCloskey et al. 1996). As capinas que ocorreram nas áreas experimentais devem ter sido importantes para essas perturbações; segundo Erasmo et al. (2004) as capinas é um importante fator de perturbação do solo. Outro fator importante é o processo de decomposição do mulch no decorrer dos quatros anos, que pode ter reduzido as barreiras físicas e favorecido a germinação de sementes de plantas daninhas

contribuindo para reinfestações nas áreas agrícolas. O mulch funciona como uma barreira física que interceta a luz necessária para germinação das sementes presentes no solo, sendo também um inibidor do crescimento de plantas daninhas (Teasdale e Mohler 2000).

Também o arranjo das culturas pode ter influenciado na dinâmica da densidade e riqueza; nos sistemas agroflorestais, onde geralmente a área é mais intensamente ocupada por espécies cultivadas, os arranjos de culturas podem exercer um controle mais eficiente das plantas daninhas por diminuir espaços e recursos a serem explorados (Sousa 1995).

As leguminosas usadas como adubo verde, tais como *Calopogonium mucunoides*, *Canavalia ensiformis* e *Pueraria phaseoloides*, também podem ter influenciado essa dinâmica. A densidade de leguminosas reduziu em todos os tratamentos; isso pode ter facilitado o crescimento de plantas espontâneas. A importância das leguminosas na supressão de plantas daninhas vem sendo destacada na literatura, especialmente para uso na agricultura familiar (Akobundu et al. 1999; Ekeleme et al. 2003, 2004, 2005; Araujo et al. 2007).

Por fim, as características específicas das espécies herbáceas nas áreas agrícolas, tais como *Astraea lobata*, *Steinchisma laxa*, *Croton trinitatis*, *Rhynchospora ciliata*, *Cyperus ligularis*, *Cyperus simplex*, *Spigelia anthelmia* também devem ter influenciado a dinâmica da densidade e riqueza. Essas espécies possuem alta produção de sementes, presença de dormência, longevidade e capacidade de sobreviver sob condições adversas e em baixo nível de atividade metabólica (Carmona 1995; Lacerda 2003).

As áreas agrícolas apresentaram maior densidade de plantas que nas capoeiras, provavelmente devido aos diferentes estágios sucessionais dessas vegetações. Nas áreas agrícolas, os processos históricos e as práticas de manejo atuais originaram uma vegetação dominada por espécies herbáceas anuais, características do estágio inicial de sucessão florestal (Gómez-Pompa e Vasquez-Yanes 1981; Finegam 1996; Coelho et al. 2003; Rodrigues et al. 2007a; Rodrigues et al. 2007b).

A composição da flora emergida mudou com o tempo, com menores similaridades florística ao longo dos anos. Segundo Carmona 1992, a dinâmica populacional de plantas daninhas é resultado da influência de fatores intrínsecos (interações intra-específicas) e extrínsecos (interações interespecíficas, fatores de

gerenciamento e controle e clima) e dos ganhos/perdas (fluxos) de sementes em uma dada área através da imigração/emigração. A heterogeneidade ambiental, decorrentes das técnicas de manejo utilizado nas áreas agrícolas, deve ter sido determinante para as mudanças na composição de espécies durante o tempo analisado.

Influência das capoeiras

A influência das espécies das capoeiras adjacentes sobre a flora espontânea não foi tão alta. A maioria das espécies comuns foram arbóreas/arbustivas, entre elas destacam-se *Alibertia edulis*, *Banara guianensis*, *Varronia multispicata*, *Cecropia obtusa*, *Doliocarpus dentatus*, *Adenocalymma neoflavidum*, *Vismia guianensis*; *Tilesia baccata* e *Zanthoxylum rhoifolium*. Essas espécies são representativas da vegetação secundária do nordeste paraense (Vieira et al. 2003; Baar et al. 2004; Rodrigues et al. 2007a, 2007b; Vieira e Proctor 2007). É provável que essas espécies sejam oriundas do processo de regeneração vegetativa a partir de rebrotas de tocos, rizomas e raízes decorrentes da trituração das capoeiras; esse sistema de trituração das capoeiras aumenta a capacidade regenerativa das espécies, por preservar uma quantidade maior de propágulos no solo (Denich et al. 2004, 2005; Leal 2004; Rodrigues et al. 2007a; Trindade et al. 2009).

Essas espécies são muito importantes durante o período do pousio, permitindo a regeneração florestal nas áreas agrícolas. No entanto, a maioria das espécies da capoeira fica na própria capoeira. As áreas agrícolas contribuem, mas não são responsáveis pela manutenção da maioria das espécies. Resultado similar foi apontado por Miranda et al. (2009), que encontraram também uma baixa similaridade (36%) entre as espécies de pastagens e florestas adjacentes.

Conclusões

Estabelecer a relação entre o banco de sementes e as plantas emergidas posteriormente, assim como a dinâmica das plantas emergidas, pode determinar se as espécies estocadas no banco de sementes ajudam a prever a natureza das futuras infestações e por isso é um desafio fundamental no manejo das plantas daninhas durante o ciclo produtivo.

Esse estudo mostrou que a composição florística das plantas espontâneas muda muito ao longo do tempo. O banco de sementes pouco contribuiu na predição futura, servindo apenas para predições a curto prazo. O mesmo ocorre com as plantas emergidas.

O banco de sementes respondeu mais ao histórico de uso da terra do que aos diferentes tratamentos avaliados. Áreas que apresentam histórico de cultivo de espécies perenes, onde as perturbações no solo são reduzidas, podem acumular bancos de sementes mais ricos e densos do que áreas com histórico de rotação de culturas.

A dinâmica das plantas daninhas é influenciada pelas perturbações ambientais, como as capinas, que provocam aumento na densidade de plantas daninhas ao longo dos anos; o mulch, oriundo da trituração das capoeiras, que funciona como barreira física para germinação de sementes; e presença de leguminosas que contribuem para redução na densidade de plantas daninhas.

Embora as plantas das capoeiras sejam importantes para a regeneração florestal durante o pousio, essas plantas não estão, em sua maioria, nas áreas agrícolas, poucas são mantidas nos sistemas, que em geral sofrem a incorporação de novas espécies verdadeiramente daninhas. Assim, a continuidade da maioria das espécies das capoeiras deve ser influenciada pela presença das próprias capoeiras.

Literatura citada

- Albrecht, H. e K. Auerswald. 2003. Arable weed seedbanks and their relation to soil properties. *Asp. Appl. Biol.* 69:11–20.
- Akobundu, I.O., F. Ekeleme, e D. Chikoye. 1999. Influence of fallow management systems and frequency of cropping on weed growth and crop yield. *Weed Research* 39: 241-256.
- Araujo, M.M., F.A. Oliveira, I.C.G. Vieira, P.L.C. Barros, e C.A.T. Lima. 2001. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. *Scientia Forestalis* 59: 115 – 130.
- Araujo, J.C., E.G Moura, A.C.F. Aguiar, e V.C.M. Mendonça. 2007. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na pré-amazônia. *Planta Daninha* 25(2): 267-275.
- Baar, R., M.R. Cordeiro, M. Denich, e H. Lster. 2004. Floristic inventory of secondary vegetation in agricultural systems of East-Amaonia. *Biodiversity and Conservation* 13: 501–528.
- Ball, D.A. 1992. Weed seed bank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. *Weed Science* 40: 654-659.
- Barros, A.V.L., A.K.O. Homma, J.A. Takamatsu, T. Takamatsu, e M. Konagano. 2009. Evolução e percepção dos sistemas agroflorestais desenvolvidos pelos agricultores nipo-brasileiros do município de Tome-acu, estado do Para. *Amazônia. Ciência e tecnologia* 5: 121–151.
- Baumgartner, K., K.L. Steenwerth, e L. Veilleux. 2007. Effects of Organic and Conventional Practices on Weed Control in a Perennial Cropping System. *Weed Science* 55:352–358.
- Bellinder, R., H.R. Dillard, e D.A. Shah. 2004. Weed seedbank community responses to crop rotation schemes. *Crop protection* 23: 95–101.
- Benech-Arnold, R.L., R.A. Sanchez, F. Forcella, B.C. Kruck, e C.M. Ghera. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field crops res.* 67:105–122.
- Brower, E.J., J.H. Zar, e C.N. Van Enden. 1998. Field and laboratory methods for general ecology. 4° ed. New York: WCB/McGraw, 273 p.

- Buhler, D.D. e R.G. Hartzler. 2001. Emergence and persistence of seed of velvetleaf, common waterhemp, wooly cupgrass, and giant foxtail. *Weed Sci.* 49:230–235.
- Cardina, J. e D. H. Sparrow. 1996. A comparison of methods to predict weed seedling populations from the soil seedbank. *Weed Sci.* 44:46–51.
- Cardina, J., C.P. Herms, e D.J. Doohan. 2002. Crop rotation and tillage effects on weed seedbanks. *Weed Sci.* 50:448–460.
- Carmona, R. 1992. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. *Planta Daninha* 10: 5-16.
- Carmona, R. 1995. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. *Planta daninha*, 13: 3-9.
- Coelho, R.F.R., D.J. Zarin, I.S. Miranda, e J.M. Tucker. 2003. Análise florística e estrutural de uma floresta em diferentes estágios sucessionais no Município de Castanhal, Pará. *Acta Amazonica* 33: 563-582.
- Costa, J.R., D. Mitja, e J.R.A. Fontes. 2009. Banco de sementes de plantas daninhas em cultivos de mandioca na Amazônia Central. *Planta Daninha* 27: 665-671.
- Costa, J.R. e D. Mitja. 2009. Banco de sementes de plantas daninhas em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 4: 298-303.
- Davis, A.S., K.A. Renner, e K.L. Gross. 2005. Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. *Weed Sci.* 53:296–306.
- Davis, A.S., B.J. Schutte, J. Iannuzzi, e K.A. Renner. 2008. Chemical and Physical Defense of Weed Seeds in Relation to Soil Seedbank Persistence. *Weed Science* 56(5):676-684.
- De Rouw, A. 1995. The fallow period as a weed-break in shifting cultivation (tropical wet forests). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 54: 31-43.
- De Rouw, A. e C. Van Oers. 1988. Seeds in rainsforest soil and their relation to shifting cultivation in Ivory Coast. *Weed Research* 28(5): 373-381.
- Delarmelinda, E.A., F.A.R. Sampaio, J.R.M. Dias, L.B. Tavella, e J.S. Silva. 2010. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. *Acta Amazonica* 40(3): 625 – 628.

- Denich, M., K. Vielhauer, M.S.A. Kato, A. Block, O.R. Kato, T.D.A. Sá, W. Lücke, e P.L.G. Vlek. 2004. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: The experience from Eastern Amazonia. *Agroforestry Systems* 61: 91–106.
- Denich, M., P.L.G. Vlek, T.D.A. Sá, K. Vielhauer, e W. Lücke. 2005. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110: 43-58.
- Dieleman, J.A., D.A. Mortensen, D.D. Buhler, C.A. Cambardella, e T.B. Moorman. 2000. Identifying associations between site properties and weed species abundance: I. Multivariate analysis. *Weed Sci.* 48: 567–575.
- Dolédec, S. e D. Chessel. 1994. Co-Inertia analysis: an alternative method for studying species-environment relationships. *Freshwater Biology* 31: 277-294.
- Duncan, R.S. 2006. Tree recruitment from on-site versus off-site propagule sources during tropical forest succession. *New Forests* 31: 31–150.
- Ekeleme, F.; I.O. Akobundu, R.O. Fadayomi, D. Chikoye, e Y.A. Abayomi. 2003. Characterization of Legume Cover Crops for Weed Suppression in the Moist Savanna of Nigeria. *Weed Technology* 17(1): 1-13.
- Ekeleme, F., D. Chikoye, e I.O. Akobundu. 2004. Impact of natural, planted (*Pueraria phaseoloides*, *Leucaena leucocephala*) fallow and landuse intensity on weed seedling emergence pattern and density in cassava intercropped with maize. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 03(3): 581–593.
- Ekeleme, F.; D. Chikoye, e I.O. Akobundu. 2005. Weed seedbank response to planted fallow and tillage in southwest Nigeria. *Agroforestry Systems* 63(3): 299-306.
- Erasmio, E.A.L., L.L.A. Pinheiro, e N.V. Costa. 2004. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. *Planta Daninha* 22: 195-201.
- Forcella, F., W.G. Wilson, e J. Dekker. 1996. Weed seedbank emergence across the corn belt. *Weed Sci.* 45: 67–76.
- Frazão, D.A.C., A.K.O. Homma, Y. Ishisuca, A.J.E.A. Menezes, G.B. Matos, e A.C.P.N. Rocha. 2005. Indicadores Tecnológicos, Econômicos e Sociais em Comunidades de Pequenos Agricultores de Tomé-Açu, PA. Embrapa Amazônia Oriental (Doc. 229), Belém. 78p.

- Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seedbanks: A review. In: Ecology of soil seedbank (eds Leck, M.A., V.T. Parker, e R.L. Simpson), 149-209. Academic Press, San Diego, CA.
- Gómez-Pompa, A. e C. Vázquez-Yanes. 1981. Successional studies of a rainforest in Mexico. In: West, D.C.; Shugart, H.H.; Botkin, D.B. (Ed.). Forest succession: concepts and application. New York: Springer-Verlag, 246-266.
- Guilhoto, J.J.M., F.G. Silveira, S.M. Ichihara, e C.R. Azzoni. 2006. A importância do agronegócio familiar no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 44(3): 355-382.
- Hartwig, N.L. e H.U. Ammon. 2002. Cover crops and living mulches. *Weed Science* 50(6): 688-699.
- Hermý, M.; O. Honnay, L. Firbank, C. Grashof-Bokdom, e J.E. Lawesson. 1999. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. *Biological Conservation* 91: 9-22.
- Hume, L. e O.W. Archibold. 1986. The influence of a weedy habitat on the seed bank of na adjacent cultivated Field. *Can. J. Bot.* 64:1879-1883.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados - Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 27 jul. 2009.
- Ikuenobe, C.E. e G.O. Anoliefo. 2003. Influence of *Chromolaena odorata* and *Mucuna pruriens* fallow duration on weed infestation. *Weed Research* 43: 199-207.
- Kass, D.C.L. e E. Somarriba. 1999. Tradicional fallows in Latim America. *Agroforestry Systems* 47: 13-36.
- Lacerda, A.L.S. 2003. Fluxos de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistemas de semeadura direta e convencional e curvas dose-resposta ao glyphosate. 141 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Leal, E.C. 2004. Potencial de regeneração da capoeira após preparo de área com queima e sem queima na Região Bragantina. In: Angelo-Menezes, M.N. e Neves, D.P. (Ed.). Agricultura familiar. Pesquisa, Formação e Desenvolvimento. Interdisciplinaridade para a compreensão da complexidade da Agricultura Familiar. Belém: UFPA/CCA/NEAF, 4(4): 371-399.

- Légère, A.F.C., L. Stevenson, D. Benoit, e N. Samson. 2005. Seedbank–plant relationships for 19 weed taxa in spring barley–red clover cropping systems. *Weed Sci.* 53: 640–650.
- Luschei, E.C. 2003. Comparison of the effectiveness of seedbank sampling to seedling counts in reducing the uncertainty in estimates of weed population size. *Asp. Appl. Biol.* 69:137–142.
- Martins, D. 1994. Comunidade infestante no consórcio de milho com leguminosas. *Planta daninha* 12(2): 100-105.
- McCloskey, M.; L.G. Firbank, A.R. Watkinson, e D.J. Webb. 1996. The dynamics of experimental arable weed communities under different management practices. *J. Veg. Sci.* 7: 799-808.
- Menalled, F.D., K.L. Gross, e M. Hammond. 2001. Weed aboveground and seedbank community responses to agricultural management systems. *Ecol. Appl.* 11:1586–1601.
- Miranda, I.S., Mitja, D., e T.S. Silva. 2009. Mutual influence of forests and pastures on the seedbanks in the Eastern Amazon. *Weed Research* 49: 499-505.
- Mirsky, S.B., E.R. Gallandt, D.A. Mortensen, W.S. Curran, e D.L. Shumway. 2010. Reducing the germinable weed seedbank with soil disturbance and cover crops. *Weed Research* 50: 341–352.
- Mitja, D. e I.S. Miranda. 2010. Weed community dynamics in two pastures grown after clearing Brazilian Amazonian rainforest. *Weed Research* 50: 163-173.
- Mitja, D., I.S. Miranda, E. Velasquez, e P. Lavelle. 2008. Plant species richness and floristic composition change along a rice-pasture sequence in subsistence farms of Brazilian Amazon, influence on the fallows biodiversity (Benfica, State of Pará). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 124: 72–84.
- Moonen, A. C. e P. Barberi. 2004. Size and composition of the weed seedbank after 7 years of different cover-crop-maize management systems. *Weed Research* 44:163–177.
- Nepstad, D.C.; Uhl, C.; Pereira, C.A. e Silva, J.M.C. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. *Oikos* 76: 25–39.

- R. Development Core Team. 2004. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Rodrigues, T.E., P.L Santos, M.A. Valente, R.S. Rego, J.R.N.F. Gama, J.M.L. Silva, E.S. Santos, e P.A.M. Rolim. 2001. Zoneamento Agroecológico do Município de Tomé-Açu, Estado do Pará. Documentos. Embrapa Amazônia Oriental (Doc. 118), Belém. 81p.
- Rodrigues, T.E., P.L Santos P.A.M. Rolim, E.S. Santos, R.S. Rego, J.M.L. Silva, M.A. Valente, e J.R.N.F. Gama. 2001. Caracterização e classificação dos solos do município de Tomé-açu, PA. Embrapa Amazônia Oriental (Doc. 117), Belém. 49p.
- Rodrigues, M.A.C.M., I.S. Miranda, e M.S.A. Kato. 2007a. Estrutura de florestas secundárias após dois diferentes sistemas agrícolas no nordeste do estado do Pará, Amazônia Oriental. *Acta Amazonica* 37: 591–598.
- Rodrigues, M.A.C.M., I.S. Miranda, e M.S.A. Kato. 2007b. Flora e estrutura da vegetação secundária após o uso de diferentes trituradores florestais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 459–465.
- Schwendener, C.M., J. Lehmann, M. Rondon, E. Wandelli, e E. Fernandes. 2007. Soil mineral N dynamics beneath mixtures of leaves from legume and fruit trees in Central Amazonian multi-strata agroforests. *Acta Amazonica* 37(3): 313 – 320.
- Smith, R.G., R. Jabbour, A.G. Hulting, M.E. Barbercheck, e D.A. Mortensen. 2009. Effects of Initial Seed-Bank Density on Weed Seedling Emergence during the Transition to an Organic Feed-Grain Crop Rotation. *Weed Sci.* 57:533–540.
- Sosnoskie, L.M.; C.P. Herms, J. Cardina, e T.M. Webster. 2009. Seedbank and emerged weed communities fallowing adoption of glyphosate-resistente crops in a long-term tillage and rotation study. *Weed Sci.* 57: 261-270.
- Sousa, S.G.A. 1995. Dinâmica de planta invasoras em sistemas agroflorestais implantados em pastagens degradadas da Amazônia Central. (Região de Manaus- AM). Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo. Piracicaba, São Paulo. 97p.
- Steenwerth, K.; K. Baumgartner, K. Belina, e L. Veilleux. 2010. Vineyard Weed Seedbank Composition Responds to Glyphosate and Cultivation after Three Years. *Weed Sci.* 58(3): 310-316.

- Swanton, C.J. e B.D. Booth. 2004. Management of weed seedbanks in the context of populations and communities. *Weed Technol.* 18(Suppl. 1):1496–1502.
- Teasdale, J.R. e C.L. Mohler. 2000. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Sci.* 48:385–392.
- Thioulouse J.; D. Chessel; S. Dodelec e J.M. Olivier. 1997. ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and computing* 7:75–83.
- Thompson, K., J. Bakker, e R. Bekker. 1997. *The Soil Seed Banks of North West Europe: Methodology, Density and Longevity.* Cambridge, UK: Cambridge University Press. 20 p.
- Tuesca, D., E. Puricelli, e J.C. Papa. 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research* 41: 369–382.
- Trindade, E.F.S., T.E. Rodrigues, E.J.M. Carvalho, e P.C.S. Corrêa. 2009. Matéria orgânica e atributos físicos de um argissolo amarelo distrófico no nordeste paraense. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento* 9: 187–198.
- Vieira, I.C.G. e J. Proctor. 2007. Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. *Plant Ecology* 192: 303–315.
- Vieira, I.C.G., A.S. Almeida, E.A. Davidson, T.A. Stone, C.J.R. Carvalho, J.B. Guerrero. 2003. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment* 87: 470–481.
- Yamada, M. 1999. Japanese immigrant agroforestry in the Brazilian Amazon: a case study of sustainable rural development in the tropics. Thesis (PhD) – University of Florida, Florida. 821p.

3. DINÂMICA DAS PLANTAS DANINHAS DURANTE A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS SOBRE PASTAGEM DEGRADADA: UM ESTUDO DE CASO³

Introdução

Na Amazônia, a degradação das pastagens ocorre alguns anos após a instalação das mesmas (Serrão et al., 1982) devido a uma diminuição da fertilidade do solo (Desjardins et al., 2000; Alfaia et al., 2004; Müller et al., 2004). Várias são as causas que levam à degradação, desde o uso do sistema de derruba e queima que inicialmente disponibiliza grande quantidade de nutrientes, mas ao longo do tempo ocorre o declínio desses nutrientes, até o uso de forrageiras não adaptadas ao ambiente, má formação do pasto, manejo inadequado das pastagens, ataque de pragas e doenças, compactação do solo e invasão de plantas daninhas (Dias Filho, 2005; Zanine et al., 2005).

Em pastagens degradadas, as espécies forrageiras diminuem sua quantidade e o valor nutritivo. Um manejo adequado da pastagem é necessário (Macedo et al., 2000), e às vezes a substituição total do sistema. No entanto, refazer um pasto é oneroso para pequenos produtores, que acabam abandonando a área. Em algumas pastagens a espécies forrageiras podem ser bem adaptadas a solos de baixa fertilidade, com excelente capacidade de suprimir as ervas daninhas, tornando-se mais abundantes durante o processo de degradação da pastagem. Essas forrageiras deixam de ser úteis e passam a ser consideradas maléficas aos agrossistemas. Segundo Alho et al. (2011) *Brachiaria decumbens* Stapf e *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. são duas espécies forrageiras, exóticas, que agressivamente invadem os agrossistemas; apresentando inclusive compostos alelopáticos que inibem o crescimento de outras plantas (Barbosa et al., 2008; Almeida et al., 1997).

Em pastagens mal formadas e com grande quantidade de espécies das florestas primárias e secundárias remanescentes, um processo de sucessão inicia-se e uma floresta secundária é regenerada no local. Esse é o processo mais comumente usado na Amazônia para recuperar áreas antes florestadas (Dias Filho, 2006). Mas em casos onde a forrageira torna-se invasora, a recuperação torna-se um dos maiores desafios da

³ Esse capítulo segue as normas de formatação do periódico Planta Daninha.

agricultura familiar na Amazônia. Segundo Homma (2005) existem duas maneiras de recuperar uma área: uma é deixar a própria natureza regenerar-se com o tempo; a outra é mediante o reflorestamento, com plantas nativas ou exóticas, transformando o processo de recuperação em atividade econômica, mediante estímulos e compensações.

Neste sentido, o plantio de dendê tem sido estimulado na Amazônia para produção de biodiesel (Butler e Laurance, 2009; Fitzherbert et al., 2008). Contudo, as experiências existentes são na maioria de monocultivos de dendê, que requerem uso de fertilizantes e herbicidas que causam sérios impactos sobre a biodiversidade (Fitzherbert et al., 2008). Os plantios de dendê em sistemas agroflorestais com uso de leguminosas de ciclo curto, para controle de ervas daninhas e também como fonte de fertilizante de nitrogênio, pode minimizar esses danos.

Na Amazônia Oriental uma experiência piloto de plantio de uma agrofloresta com dendê sobre uma pastagem degradada, invadida por *Brachiaria humidicola*, foi acompanhada por quatro anos. Este trabalho faz parte dessa experiência. O objetivo geral foi avaliar a dinâmica das plantas daninhas durante os anos iniciais da implantação da agrofloresta. Especificamente, busca-se verificar se a estrutura e composição florística da comunidade de plantas daninhas muda com o tempo, como consequência do preparo de área e espécies consorciadas, e se a densidade de *Brachiaria humidicola* diminui com o tempo, como consequência da presença das leguminosas de ciclo curto instaladas no sistema como adubo verde e do herbicida usado para acelerar o processo de extermínio de *Brachiaria humidicola*.

Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Tomé-açu, no nordeste do estado do Pará, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: 02° 40'54" de latitude sul e 48°16'11" de longitude a oeste de Greenwich. Esse município ocupa uma área de 5.179 km² com uma população de 47.081 habitantes (IBGE, 2009).

O município é caracterizado por apresentar um relevo predominantemente plano, com amplitude altimétrica entre 14 e 96 metros em relação ao nível do mar. Os solos são representados por latossolos amarelo distrófico em suas fases texturais, variando de

média a argiloso e de topografia ondulada (Rodrigues et al., 2001a; Frazão et al., 2005; Barros et al., 2009).

O clima da região é do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média máxima de 34,4 °C e temperatura média mínima de 21,1 °C, e pluviosidade anual em torno de 2.500 mm, com distribuição irregular durante os meses, definindo uma estação chuvosa e uma estação menos chuvosa. A estação chuvosa é verificada entre os meses de novembro a junho, e outra menos chuvosa, de julho a outubro, quando ocorrem totais pluviométricos mensais inferiores a 100 mm, o que causa significativa deficiência hídrica (Rodrigues et al., 2001b, Frazão et al., 2005).

A cobertura vegetal presente é formada por floresta secundária (capoeiras) resultante das ações antrópicas relacionadas com a exploração madeireira e práticas agrícolas nessa região. Fisionomicamente, a vegetação se destaca por apresentar um estágio predominantemente lenhoso e uniforme em relação à altura dos indivíduos dominantes e pela presença de espécies arbóreas remanescentes da floresta original, que apesar de terem uma ocorrência pequena, servem como indicadores da riqueza florestal da área em épocas passadas, como por exemplo, castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), o cedro (*Cedrela odorata* L.) e o ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (A.H. Gentry) S. Grose) (Frazão et al. 2005).

Desenho experimental

Em uma pastagem degradada de *Brachiaria humidicola*, de 6 ha, pertencente a um agricultor familiar, foram instalados três tratamentos (T), cada um em 2 ha. Nos três tratamentos foram lançadas sementes de leguminosas de ciclo curto, como crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), feijão guandú (*Cajanus cajan* L.), puerária (*Pueraria phaseoloides*) e feijão calapogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.). As leguminosas foram lançadas em março de 2008 e em fevereiro de 2009. Em T1 o dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) foi plantado apenas com as leguminosas; em T2 foi também cultivado mandioca; e em T3 o dendê foi consorciado com espécies arbóreas e de palmeiras, como cacau (*Theobroma cacao* L.), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), ucuúba (*Virola* sp.), pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze), bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) e ipê (*Tabebuia* sp.).

Em todos os tratamentos houve gradagem do solo em dezembro de 2007 e em janeiro de 2008 houve uma correção do solo, com calagem e adubação (Fosfato de Arad) nas covas do dendê. Adubos orgânicos, como torta de mamona e sementes de açaí foram colocados na coroa do dendê, sempre que necessário. Capinas ocorreram de duas a três vezes por ano nas entrelinhas e capinas seletivas na coroa do dendê ocorreu sempre que necessário.

Em 2009 foi aplicado herbicida (pulverização com Round up) em metade da área de cada tratamento, ficando então 1 ha com herbicida e 1 ha sem herbicida. Em T1 e T2 foi aplicado herbicida duas vezes, em 27/01/09 (1L/ha) e em 10/02/09 (3 a 4 L/ha). Em T3 foi aplicado herbicida apenas em 27/01/09 (1L/ha).

Coleta dos dados

A estrutura da vegetação foi caracterizada através de levantamentos florísticos anuais no período de 2008 a 2011. Para tal, foram alocadas, de forma aleatória, em todos os tratamentos, 12 parcelas de 2 x 2 m (4 m²) onde foram inventariados todos os indivíduos com altura < 1,5 m. Como a área foi dividida em com e sem herbicida, nos anos de 2009, 2010 e 2011 foram levantadas 9 parcelas de 2 x 2 m (4 m²) em cada área (com e sem herbicida), totalizando 18 parcelas por tratamento.

As espécies foram classificadas em quatro formas de vida: arbóreas/arbustivas, lianas, palmeiras e herbáceas. A identificação das espécies foi feita *in loco* com auxílio de um parataxonômo e/ou por comparação no Herbário do Museu Emílio Goeldi em Belém-PA.

A composição florística, densidade (número de indivíduos por m²) e riqueza (número de espécies) foram utilizados para descrever a estrutura das comunidades de plantas dos tratamentos.

Análise estatística

O efeito dos tratamentos sobre a densidade e riqueza encontrados nos quatro anos foram determinadas com análise de variância de medidas repetidas, usando o teste de Bonferroni, recomendado para pequenas amostras. As análises foram realizadas apenas com 3 anos (2009, 2010 e 2011), uma vez que no ano 2008 não havia ainda as áreas com herbicida. As mudanças ocorridas na composição florística foi determinada pelo

coeficiente de similaridade florística de Jaccard entre os diferentes anos (2008, 2009, 2010 e 2011), conforme. Todas as análises foram efetuadas no programa Systat (Systat, 2004).

Resultados e Discussão

Durante os quatro anos de estudo foram levantados 19.367 indivíduos pertencentes a 126 espécies. Quarenta dessas espécies eram arbóreo/arbustivas, 66 herbáceas e 20 lianas. *Brachiaria humidicola* contribui com 51% desses indivíduos e as cinco leguminosas plantadas para adubo verde contribuíram com 21% do total de indivíduos levantados.

Excluindo as leguminosas e a *Brachiaria humidicola*, as outras espécies mais frequentes e abundantes foram *Acalypha arvensis* Poepp., *Borreria latifolia* (Aubl.) K. Schum., *Borreria verticillata* (L.) G. Mey., *Cyperus simplex* Kunth, *Emilia sonchifolia* (L.) DC. ex Wight, *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl, *Phyllanthus niruri* L., *Rhynchospora ciliata* Kük. e *Scleria melaleuca* Rchb. ex Schltld. & Cham. (Tabela 3.1). Essas espécies são comumente encontradas nas pastagens da Amazônia Oriental (Modesto Jr. & Mascarenhas, 2001; Mitja et al., 2008; Miranda et al., 2009; Mitja & Miranda, 2010) e muitas delas, especialmente as arbóreas/ arbustivas são comumente encontradas nas florestas secundárias (capoeiras) da região (Coelho et al., 2003; Vieira & Proctor, 2007; Hohnwald et al., 2010; Prata et al., 2010).

A similaridade entre a composição florística inventariada nos quatro anos de estudo foi baixa, entretanto aumentou com o tempo. A similaridade florística entre 2008 e 2009 foi de 31%; entre 2009 e 2010 foi de 38%; entre 2010 e 2011 foi de 41%. Os coeficientes de Jaccard foram muito baixo entre os anos, isso indica uma dinâmica de espécies ao longo dos anos.

Houve diferença significativa na densidade entre os tratamentos T1, T2 e T3 (Anova, F2, 32 = 3,377; p = 0,047) e dentro dos tratamentos ao longo dos três anos analisados (Anova, F2, 64 = 8,896; p < 0,0001). Essa diferença foi mais forte quando os tratamentos foram subdivididos em com e sem herbicida, tanto entre os tratamentos (Anova, F5, 29 = 6,013; p < 0,0001) quanto dentro dos tratamentos ao longo dos três anos analisados (Anova, F2, 58 = 32,373; p < 0,0001). Nas áreas sem herbicida as densidades aumentaram entre 2009 e 2010 e diminuíram entre 2010 e 2011; nas áreas

com herbicida as densidades de todos os tratamentos também aumentaram entre 2009 e 2010, mas apresentaram comportamentos diferentes entre 2010 e 2011 (Figura 3.1a).

Tabela 3.1. Formas de vida, frequência e densidade relativa (%) das espécies mais frequentes de plantas daninhas encontradas em 2008, 2009, 2010 e 2011.

| Espécie | Forma de vida | Fr (%) | Densidade relativa (%) | | | |
|--|----------------|--------|------------------------|------|------|------|
| | | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| <i>Acalypha arvensis</i> Poepp. | Erva | 58 | 1.4 | 0.0 | 1.5 | 1.6 |
| <i>Banara guianensis</i> Aubl. | Árvore/arbusto | 33 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 |
| <i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K. Schum. | Erva | 83 | 2.5 | 0.9 | 5.5 | 2.9 |
| <i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey. | Erva | 92 | 17.4 | 14.8 | 7.6 | 0.7 |
| <i>Cecropia palmata</i> Willd. | Árvore/arbusto | 58 | 0.0 | 1.4 | 0.6 | 0.1 |
| <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L. | Erva | 33 | 0.0 | 0.2 | 1.9 | 0.3 |
| <i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi | Árvore/arbusto | 33 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 0.3 |
| <i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch | Erva | 33 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.2 |
| <i>Cyperus simplex</i> Kunth | Erva | 67 | 6.0 | 6.4 | 0.0 | 7.4 |
| <i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth. | Erva | 42 | 0.0 | 2.7 | 0.0 | 0.7 |
| <i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight | Erva | 75 | 0.0 | 0.9 | 4.5 | 13.0 |
| <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl | Erva | 83 | 3.5 | 14.9 | 26.2 | 20.5 |
| <i>Lantana camara</i> L. | Erva | 42 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 |
| <i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori | Árvore/arbusto | 75 | 0.4 | 1.5 | 0.2 | 0.4 |
| <i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell. | Erva | 58 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.1 |
| <i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Excell. | Erva | 92 | 1.2 | 3.8 | 0.8 | 0.4 |
| <i>Adenocalymma neoflavum</i> L.G.Lohmann | Liana | 33 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.0 |
| <i>Adenocalymma magnificum</i> Mart. ex DC. | Liana | 83 | 0.6 | 3.0 | 0.1 | 0.9 |
| <i>Mikania congesta</i> DC. | Liana | 33 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 1.9 |
| <i>Mimosa pudica</i> L. | Árvore/arbusto | 67 | 0.0 | 5.9 | 3.1 | 0.1 |
| <i>Panicum pilosum</i> Sw. | Erva | 42 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 1.6 |
| <i>Paspalum millegranum</i> Schrad. | Erva | 33 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 0.0 |
| <i>Phyllanthus niruri</i> L. | Erva | 92 | 0.4 | 1.5 | 9.2 | 10.6 |
| <i>Rhynchospora ciliata</i> Kük. | Erva | 75 | 1.4 | 5.6 | 3.8 | 12.1 |
| <i>Rolandra fruticosa</i> (L.) Kuntze | Árvore/arbusto | 50 | 0.2 | 0.9 | 0.2 | 1.8 |
| <i>Scleria melaleuca</i> Rchb. ex Schltdl. & Cham. | Erva | 58 | 0.2 | 0.8 | 3.5 | 6.0 |
| <i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb. | Erva | 42 | 1.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| <i>Solanum asperum</i> Rich. | Árvore/arbusto | 50 | 0.0 | 0.5 | 0.1 | 0.1 |
| <i>Solanum crinitum</i> Lam. | Árvore/arbusto | 42 | 0.0 | 4.4 | 0.4 | 0.0 |
| <i>Solanum stramonifolium</i> Jacq. | Árvore/arbusto | 67 | 0.0 | 0.9 | 0.5 | 0.6 |
| <i>Spigelia anthelmia</i> L. | Erva | 33 | 0.0 | 8.7 | 0.0 | 0.6 |
| <i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl | Árvore/arbusto | 33 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 2.8 |
| <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume | Árvore/arbusto | 42 | 0.4 | 1.4 | 0.5 | 0.1 |
| <i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski | Árvore/arbusto | 67 | 0.0 | 1.2 | 2.4 | 0.2 |

Quanto à riqueza, não houve diferença significativa entre os tratamentos T1, T2 e T3 (Anova, F2, 32 = 2,883; $p = 0,071$) mas houve diferença dentro dos tratamentos ao longo do tempo (Anova, F2, 64 = 30,783; $p < 0,0001$). Quando dividido os tratamentos em com e sem herbicida, as diferenças foram significativas tanto entre os tratamentos (Anova, F5, 29 = 11,162; $p < 0,0001$) quanto dentro dos tratamentos (Anova, F2, 58 = 26,078; $p < 0,0001$) ao longo do tempo. Nos tratamentos T1 e T3 houve aumento da riqueza, tanto em áreas com e sem herbicida; já no T2 na área com herbicida aumentou e depois diminuiu e o inverso ocorreu na área sem herbicida (Figura 3.1b).

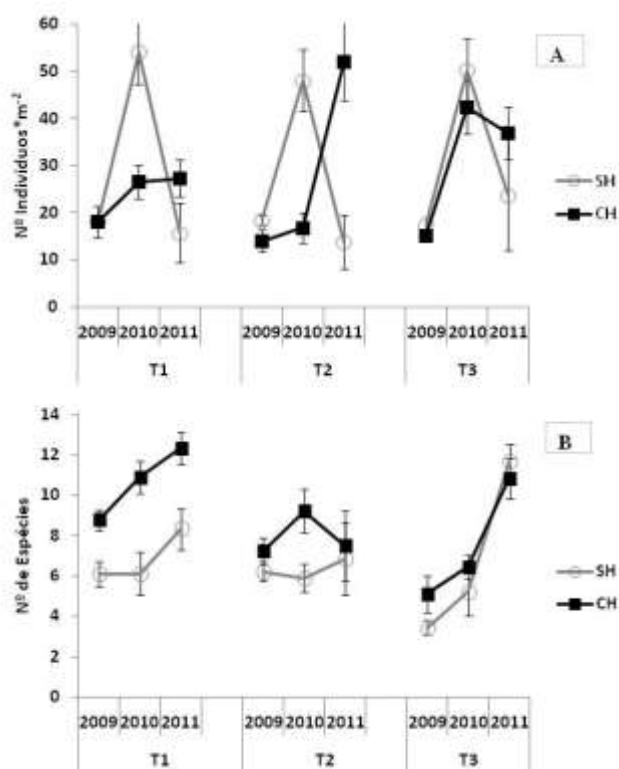


Figura 3.1. – Densidade (Nº de Indivíduos * m²) (A) e riqueza (Nº de Espécies) (B) de plantas levantadas por tratamento, com (CH) e sem (SH) herbicida, entre 2009 e 2011. Incluem as leguminosas para adubo verde e *Brachiaria humidicola*.

A composição florística, densidade e riqueza da comunidade de plantas daninhas foram diferentes entre os tratamentos e mudaram ao longo do período estudado. As mudanças nas práticas de uso do solo, como o uso de máquinas, a supressão do fogo e a frequência de capinas pode levar a modificações qualitativas e quantitativas na densidade relativa das espécies (Mitja et al., 2008). Solos menos perturbados apresentam baixa reinfestação de plantas daninhas (McCloskey et al., 1996; Erasmo et al., 2004).

No entanto, o padrão de mudança foi muito similar entre os tratamentos, com um aumento na densidade de indivíduos entre 2009 e 2010 e uma diminuição no ano seguinte, entre 2010 e 2011 nas áreas sem herbicida, e uma tendência de manter a densidade alta nas áreas com herbicida. Somente a segunda aplicação de herbicida (em 2010) afetou a emergência de plantas daninhas; contudo, parece que não foi suficiente para afetar a riqueza.

O aumento na riqueza de espécies também pode ser resultado da disponibilidade de habitat, uma vez que algumas espécies saíram ou diminuíram nos sistemas. A redução na densidade de *Brachiaria humidicola* (Figura 3.2), por exemplo, deve ter diminuído seu poder competitivo, favorecendo o surgimento de novas espécies, o que justifica a tendência de aumento da riqueza em todos os tratamentos no decorrer dos anos. Segundo Dias-filho (1986) espécies forrageiras do gênero *Brachiaria* apresentam um crescimento agressivo e um alto grau de adaptação à região amazônica, resultando em eficiente cobertura do solo e capacidade de competição com plantas daninhas.

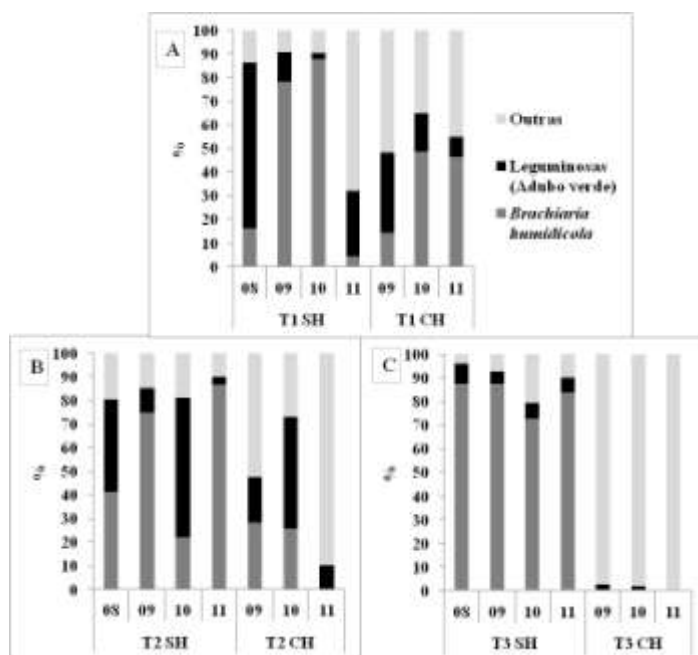


Figura 3.2. Abundância relativa (%) de *Brachiaria humidicola*, das Leguminosas para adubo verde e das outras espécies (verdadeiras plantas daninhas) nos tratamentos T1 (A), T2 (B) e T3 (C) durante os anos de 2008 a 2011, com (CH) e sem (SH) herbicida.

A densidade de *Brachiaria humidicola* mudou no tempo (Anova, F2, 10 = 9,982; p = 0,004) e foi menor nas áreas com herbicida (Anova, F1, 5 = 21,074; p = 0,006). *B. humidicola* teve grande participação na vegetação apenas no ano 2008, nos demais anos a densidade diminuiu enormemente (Figura 3.2). Nos três tratamentos as partes sem herbicida apresentaram um aumento da dominância de *Brachiaria humidicola* sobre todas as outras espécies até 2010 (cerca de 80% dos indivíduos), mas entre 2010 e 2011 houve uma grande redução da espécie, sendo que apenas no T2 ela se manteve com maior abundância (25% do total dos indivíduos).

Nas áreas com herbicida, *Brachiaria humidicola* apresentou um comportamento diferente nos três tratamentos. No ano de 2009 houve uma grande redução da espécie, mas em 2010 e 2011 ela retornou vigorosamente no T1, com cerca de 50% dos indivíduos; aumentou em 2011 e extinguiu completamente em 2011 no T2; e no T3 o herbicida não fez efeito imediato na espécie, ela se manteve com grande abundância em 2009 e 2010, mas foi praticamente eliminada do sistema em 2011 (Figura 3.2).

Nos T1 e T2 foram aplicadas duas vezes o herbicida (em 2009 e 2010) e em T3 apenas uma vez (em 2009). Assim, parece que a maior quantidade de herbicida não contribuiu para diminuir a densidade da espécie. No T3 o arranjo das culturas, caracterizado pelo consórcio de dendê com espécies arbóreas e de palmeiras, deve ter contribuído para controlar a emergência de *Brachiaria humidicola*. Nos sistemas agroflorestais, a arborização diminui a competição exercida pelas plantas daninhas, devido à redução da radiação solar incidente sobre o solo, por formar uma camada de serapilheira que constitui uma barreira física, e por meio da liberação de compostos alelopáticos no solo, que impedem ou reduzem a germinação (Silva et al., 2006; Ricci et al., 2008).

A participação de *Brachiaria humidicola* foi dependente da participação das leguminosas na comunidade (Anova, F1, 19 = 5,036; p = 0,037) (Figura 3.3). Nos T1 e T2 a relação entre esses grupos foi mais forte. A importância das leguminosas na supressão de plantas daninhas vem sendo destacada na literatura, especialmente para uso na agricultura familiar (Akobundu et al., 1999; Ekeleme et al., 2003, 2004, 2005; Araujo et al., 2007). Segundo Araujo et al. (2007) algumas leguminosas são mais eficientes do que outras e recomenda a rotação de várias leguminosas ao longo do

cultivo. Nesse trabalho, foram plantadas uma mistura de leguminosas o que pode ter favorecido ainda mais a supressão das plantas daninhas.

As mudanças na composição florística ocorrida ao longo do tempo talvez seja o maior problema para a agricultura familiar, uma vez que não podemos fazer previsões sobre as comunidades de plantas daninhas nos diferentes sistemas. No entanto, a transformação de um pasto degradado em um sistema agroflorestal pode ser factível sob o ponto de vista analisado. Embora o uso de herbicida reduza a densidade das plantas daninhas ao longo do tempo, não é necessário várias aplicações, e a redução também ocorre em áreas sem herbicida, mas nesse caso, a associação de leguminosas de ciclo curto com arborização, parece ser o melhor sistema para conter as plantas daninhas. O uso de herbicida foi eficiente no controle de *Brachiaria humidicola* em todos os tratamentos, principalmente quando associado às arvores, mesmo em menor quantidade, como ocorreu no T3.

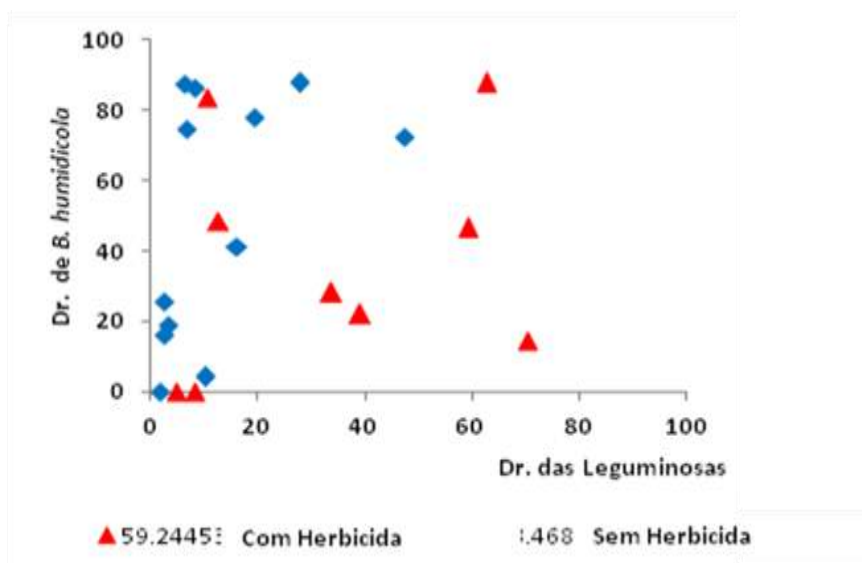


Figura 3.3. Relação entre Densidade relativa (Dr) de *Brachiaria humidicola* e leguminosas de ciclo curto plantas nos diferentes tratamentos ($y = -0.709x + 59.328$; $R^2 = 0.2095$; $p = 0.037$).

Referências

- AKOBUNDU, I.O.; EKELEME, F.; CHIKOYE, D. Influence of fallow management systems and frequency of cropping on weed growth and crop yield. *Weed Research*, v.39, p.241-256, 1999.
- ALFAIA S.S.; RIBEIRO G.R.; NOBRE A.D.; LUIZÃO, R.C.; LUIZÃO, F.J. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.102, p.409–414, 2004.
- ALHO, C.J.R.; MAMEDE, S.B.; BITENCOURT, K.C.; BENITES, M. Introduced species in the Pantanal: implications for conservation. *Braz. J. Biol.*, v.71, n.1, p.321-325, 2011.
- ALMEIDA, A.R.P.; LUCCHESI, T.J.D.; ABBADO, M.R. Efeito alelopático de espécies de *Brachiaria* Griseb. sobre algumas leguminosas forrageiras tropicais. II. Avaliações em casa de vegetação. *Bol. Ind. Animal*, v.54, p.55-64, 1997.
- ARAÚJO, J.C.; MOURA, E.G.; AGUIAR, A.C.F.; MENDONÇA, V.C.M. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na pré-amazônia. *Planta Daninha*, v.25, n.2, p.267-275, 2007.
- BARBOSA, E.G.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T. Allelopathic Evidence in *Brachiaria decumbens* and its Potential to Invade the Brazilian Cerrados. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.51, n.4, p.825-831, 2008.
- BARROS, A.V.L.; HOMMA, A.K.O.; TAKAMATSU, J.A.; TAKAMATSU, T.; KONAGANO, M. Evolução e percepção dos sistemas agroflorestais desenvolvidos pelos agricultores nipo-brasileiros do município de Tome-acu, estado do Para. *Amazônia: Ciência e tecnologia*, v.5, p.121–151, 2009.
- BUTLER, R.A.; LAURANCE, W.F. Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? *Tropical Conservation Science*, v.2, n.1, p.1-10, 2009.
- COELHO, R.F.R.; ZARIN, D.J.; MIRANDA, I.S.; TUCKER, J.M. Análise florística e estrutural de uma floresta em diferentes estágios sucessionais no Município de Castanhal, Pará. *Acta Amazonica*, v.33, p.563-582, 2003.
- DESJARDINS, T.; LAVELLE, P.; BARROS, E.; BROSSARD, M.; CHAPUIS-LARDY, L.; CHAUVEL, A.; GRIMALDI, M.; GUIMARAES, F.; MARTINS, P.;

- MITJA, D.; MULLER, M.; SARRAZIN, M.; TAVARES FILHO, J. Degradation des paturages amazoniens: description d'un syndrome et de ses determinants. Etude et Gestion des Sol , v.7, p.353–378, 2000.
- DIAS FILHO, M.B. Competição e sucessão vegetal em pastagens. Belém: Embrapa Amazônia Oriental (Doc. 240), 2006. 38p.
- DIAS FILHO, M.B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação, 2. Ed. Belém: Embrapa, 2005. 173p.
- DIAS FILHO, M.B. Espécies forrageiras e estabelecimento de pastagens na Amazônia. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P., eds. Pastagens na Amazônia. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 27-54.
- EKELEME, F.; AKOBUNDU, I.O.; FADAYOMI, R.O.; CHIKOYE, D.; ABAYOMI, Y.A. Characterization of Legume Cover Crops for Weed Suppression in the Moist Savanna of Nigeria. Weed Technology, v.17, n.1, p.1-13, 2003.
- EKELEME, F.; CHIKOYE, D.; AKOBUNDU, I.O. Impact of natural, planted (*Pueraria phaseoloides*, *Leucaena leucocephala*) fallow and landuse intensity on weed seedling emergence pattern and density in cassava intercropped with maize. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.103, n.3, p.581–593, 2004.
- EKELEME, F.; CHIKOYE, D.; AKOBUNDU, I.O. Weed seedbank response to planted fallow and tillage in southwest Nigeria. Agroforestry Systems, v.63, n.3, p.299-306, 2005.
- ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A.; COSTA, N.V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. Planta Daninha, v. 22, p.195-201, 2004.
- FITZHERBERT, E.B.; STRUEBIG, M.J.; MOREL, A.; DANIELSEN, F.; BRUHL, C.A.; DONALD, P.F.; PHALAN, B. How will oil palm expansion affect biodiversity. Trends in Ecology and Evolution, v.23, p.538-545, 2008.
- FRAZÃO, D.A.C.; HOMMA, A.K.O.; ISHISUCA, Y.; MENEZES, A.J.E.A.; MATOS, G.B.; ROCHA, A.C.P.N. Indicadores Tecnológicos, Econômicos e Sociais em Comunidades de Pequenos Agricultores de Tomé-Açu, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental (Doc. 229), 2005. 78p.

- HOHNWALD, S.; ABREU, E.M.A.; KRUMMEL, T.; TRAUTWEIN, J.; VEIGA, J.B.; WOLLNY, C.B.A.; BRAGA, C.M.; AZEVEDO, C.; GEROLD, G. Degraded Pasture distribution and Woody enrichment strategies for pasture fertility preservation in the Bragatina Region, North-Eastern Amazon. *Erdkunde*, v.64, n.1, p.17-31, 2010.
- HOMA, A.K.O. Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição? *Estudos Avançados*, v.19, n.54, p.115-135, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados - Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 27 jul. 2009.
- MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. 2000. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Embrapa Gado de Corte, Comunicado Técnico, 62, 4p., 2000.
- MCCLOSKEY, M.; FIRBANK, L.G.; WATKINSON, A.R.; WEBB, D.J. The dynamics of experimental arable weed communities under different management practices. *J. Veg. Sci.* v.7, p.799-808, 1996.
- MIRANDA, I.S.; MITJA, D.; SILVA, T.S. Mutual influence of forests and pastures on the seedbanks in the Eastern Amazon. *Weed Research*, v.49, p.499-505, 2009.
- MITJA, D.; MIRANDA, I.S. Weed community dynamics in two pastures grown after clearing Brazilian Amazonian rainforest. *Weed Research*, v.50, p.163-173, 2010.
- MITJA, D.; MIRANDA, I.S.; VELASQUEZ, E.; LAVEL, P. Plant species richness and floristic composition change along a rice-pasture sequence in subsistence farms of Brazilian Amazon (Benfica, State of Pará). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.124, p.72-84, 2008.
- MODESTO Jr., M.S.; MASCARENHAS, R.E.B. Levantamento da infestação de plantas daninhas associada a uma pastagem cultivada de baixa produtividade no nordeste paraense. *Planta Daninha*, v.19, n.1, p.11-21, 2001.
- MÜLLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T.; MITJA, D. The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian Amazon: a case study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.103, p.279-288, 2004.

- PRATA, S.S.; MIRANDA, I.S.; ALVES, S.A.O.; FARIAS, F.C.; JARDIM, F.C.S. Floristic gradient of the northeast Paraense secondary forests. *Acta Amazonica*, v.40, n.3, p.523-534, 2010.
- RICCI, M.S.F.; VIRGÍNIO FILHO, E.M.; COSTA, J.R. Diversidade da comunidade de plantas invasoras em sistemas agroflorestais com café em Turrialba, Costa Rica. *Pesq. agropec. bras.*, v.43, n.7, p.825-834, 2008.
- RODRIGUES, T.E.; SANTOS, P.L.; ROLLIM, P.A.M.; SANTOS, E.; REGO, R.S.; SILVA, J.M.L.; VALENTE, M.A.; GAMA, J.R.N. Caracterização e classificação dos solos do município de Tomé-açu, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental (Doc. 117), 2001a. 49p.
- RODRIGUES, T.E.; SANTOS, P.L.; VALENTE, M.A.; REGO, R.S.; GAMA, J.R. N.F.; SILVA, J.M.L.; SANTOS, E.S.; ROLIM, P.A.M. Zoneamento Agroecológico do Município de Tomé-Açu, Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental (Doc. 118), 2001b. 81p.
- SERRÃO, E.A.S.; FALESI, I.C.; VEIGA, J.B.; TEIXEIRA NETO, J.F. Produtividade de pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade das áreas de floresta da Amazônia Brasileira. In: Tergas, L.E., Sanchez, P.A., Serrão, E.A.S. (Eds.), *Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos*. Brasília: CIAT/Embrapa, 1982. p.219–252.
- SILVA, S.O.; MATSUMOTO, S.N.; BEBÉ, F.V.; JOSÉ, A.R.S. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevileas. *Coffee Science*, v.1, n.2, p.126-134, 2006.
- SYSTAT. Systat.11 for Windows. Systat Software, California, USA, 2004.
- VIEIRA, I.C.G.; PROCTOR, J. Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. *Plant Ecology*, v.192, p.303–315, 2007.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J. Possible causes of the degradation of pastures. *Revista Electrónica de Veterinaria*, v.6, n.11: [HTTP://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html), 2005.