**PROJETO DE PESQUISA**

Maria Antônia Falcão de Oliveira

Potencial orientador: Silvana Amaral Kampel

# Temática do potencial orientador:

Título do trabalho:

# Resumo

Constar o tema, os objetivos, o problema e a hipótese.

# Introdução e Justificativa, com síntese da bibliografia fundamental

A agricultura tradicional praticada na Amazônia contribui significativamente com os danos ambientais causados, muitas vezes, por falta de alternativa de uso da terra. A cada um ou dois anos, novas áreas de florestas primárias ou secundárias são consumidas pelo fogo para dar lugar a novos cultivos agrícolas (CALVI, 2009).

Atualmente, uma das alternativas para o uso do solo é a utilização de Sistemas Agroflorestais (SAFs) por se tratar de uma importante ferramenta que transcende qualquer modelo pronto e utiliza conceitos básicos e fundamentais da ecologia, além de conciliar a recuperação, a conservação, a produção e, consequentemente, o retorno econômico, em um mesmo espaço e tempo (FREITAS, 2008).

Esses sistemas possuem uma grande semelhança com os ecossistemas naturais, apresentando uma elevada biodiversidade, complexa estrutura e grande acúmulo de biomassa gerada. Exploram a relação ecológica entre plantas e animais, preservam o solo através da ciclagem de nutrientes e combatem a erosão, aproveitam melhor a radiação solar e não necessitam de adubos químicos (AMADOR, 2003; COSTA, 2008; DANTAS, 1994; VAZ 2002).

Além disso, os SAFs concorrem com a produção agrícola, caracterizando-se basicamente como estratégia de emprego de mão-de-obra e garantia de renda familiar durante o ano todo, pois a adoção de SAFs em uma pequena propriedade rural na Amazônia é uma necessidade sentida pela agricultura familiar para que seja assegurada a sua permanência no local, principalmente, quando esta proporciona segurança alimentar, fornecimento de renda continuada e melhor condição de trabalho com menor esforço físico (FREITAS, 2008).

Estes sistemas de produção permitem o uso prolongado da terra, mantendo sua capacidade produtiva e contribuem para a segurança alimentar de agricultores familiares e sua utilização possibilita uma estabilidade econômica a médio longo prazo, pois oferece diversos produtos ao longo do ano capaz de colocar no mercado produtos de acordo com a demanda (COSTA, 2008).

A árvore de cacau (*Theobroma cacao* L.) é uma espécie nativa da floresta tropical úmida americana. O cultivo do cacau, por suas próprias características, se constitui naturalmente em um sistema agroflorestal, pois se trata de uma espécie que requer uma associação a outras espécies, cuja finalidade é a de sombreá-lo tanto durante a fase de implantação, quanto durante a fase produtiva (SILVA NETO et al, 2001). Os cultivos de cacau sombreados por árvores nativas são práticas agroflorestais com maior potencial de conciliar o desenvolvimento agrícola e conservação da biodiversidade (RICE & GREENBERG 2000; SCHROTH et al. 2004; SCHROTH & HARVEY 2007).

As plantações diversificadas de cacau são capazes de proteger o solo, conservar a água e manter uma alta diversidade, e ainda também oferecer outros serviços como o sequestro de carbono sem ter que prescindir de uma produção agrícola (SILVA NETO et al, 2001).

Por estar inserido em ambientes florestais, o mapeamento das áreas de cultivo de cacau em sistemas agroflorestais, torna-se uma realidade distante devido as suas características espectrais semelhantes aos de áreas de floresta densa (VALADARES, 2014), em que técnicas de classificação usual de imagens de satélite, ainda não são capazes de separar essas áreas no processo de classificação.

Porém, o conhecimento de questões ambientais, assim como mapeamentos de uma determinada área é indispensável para a elaboração e gestão de políticas públicas que possam auxiliar na redução do percentual de evasão rural, além de viabilizar uma nova concepção de ocupação e uso do solo.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar mapeamento de cultivos de cacau em sistemas agroflorestais com a finalidade de monitoramento e até mesmo auxílio a políticas públicas capazes de gerir e até mesmo incentivar a produção para fins de conservação ambiental.

Espera-se que esse estudo possa contribuir na formulação de políticas públicas servindo como apoio nas mais diversas iniciativas de pesquisa, planejamento territorial, desenvolvimento econômico, preservação e monitoramento ambiental nesta região.

# Objetivos

**2.1 Geral**

Avaliar a importância dos sistemas agroflorestais com cultivos de cacau em relação às condições de vida das populações e sua permanência no campo.

**2.2 Específicos**

1 – Verificar a evolução temporal dos cultivos de cacau e realizar um estudo da expansão deste cultivo nas últimas décadas;

2 - Verificar a capacidade de discriminação dos diferentes tipos de cultivos de cacau por uso em conjunto de diferentes fontes de dados de Sensoriamento Remoto;

3 - Verificar se o uso de novos métodos de classificação melhora a separabilidade dos cultivos de cacau em sistemas agroflorestais de outros tipos de vegetação;

4 - Descrição do perfil socioeconômico da população adjacente associada ao cacau e evolução temporal;

5 - Explorar modelos e testes estatísticos para relacionar a produtividade do cacau e evolução socioeconômica.

# Material e Métodos

**3.1 Área de estudo**

A área de estudo compreende principalmente partes dos municípios de Brasil Novo e Medicilândia, localizados na microrregião de Altamira, no Sudoeste do estado Pará, cerca de 900 km da capital Belém (Figura 1). É uma região de ocupação relativamente recente, derivada do Programa de Integração Nacional dos governos militares, no início da década de 1970 (CALVI, 2009), cujo modelo de colonização baseou-se em padrão de assentamentos ortogonais, tipo “espinha de peixe” (BATISTELLA et al., 003).

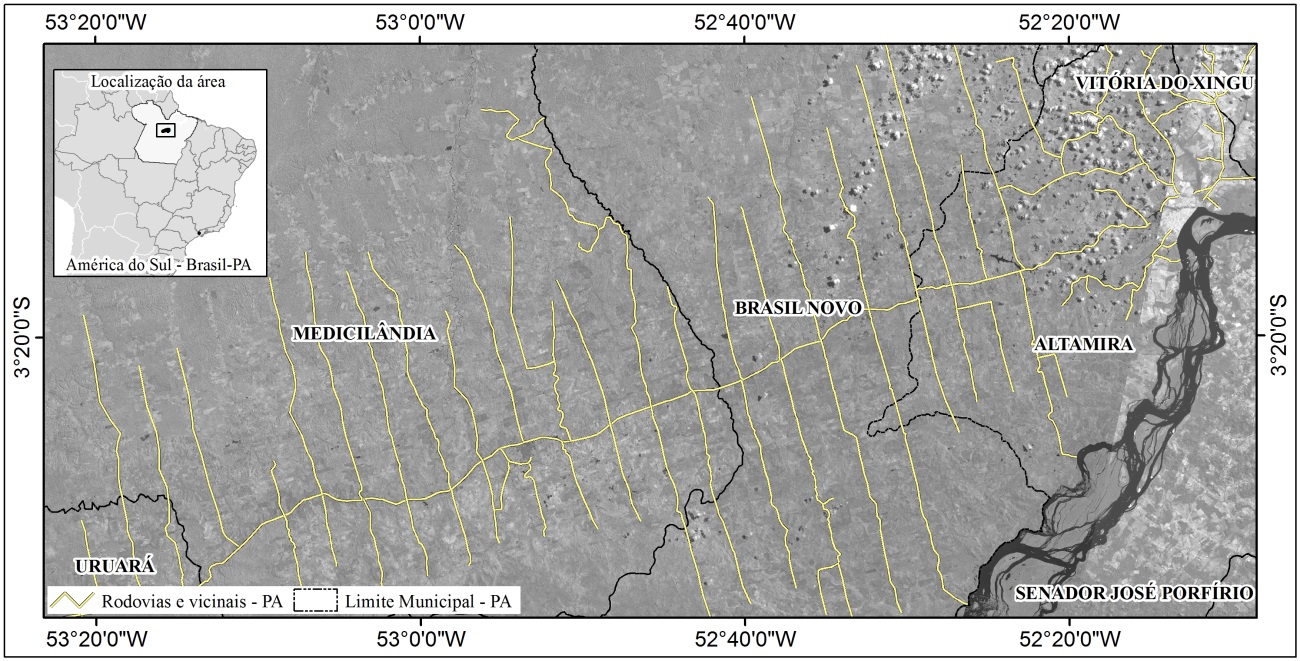


Figura 1. Localização da área de estudo

As florestas originárias caracterizam-se como ombrófilas densa e aberta (CALVI, 2009), clima equatorial quente e úmido, com médias diárias de temperatura e umidade de 25,6oC e 80% respectivamente, com pluviosidade anual entre 1600 a 2800 mm (INMET, 2016). A estação chuvosa compreende os meses de janeiro e maio e estação seca entre julho e novembro, sendo junho e dezembro os meses de transição. Predominam nesta região os Latossolos Amarelos, mas extensas faixas de Latossolos Vermelhos e Nitossolos Vermelhos são encontradas ao longo da rodovia Transamazônica (BR 230). As principais atividades econômicas desenvolvidas são a pecuária bovina extensiva, nas áreas de menores fertilidades naturais, e cultivos agrícolas anuais e perenes nas zonas de solos mais férteis, com destaque para a cacauicultura (CALVI et al., 2010).

As características edafoclimáticas desta região são favoráveis ao cultivo do cacaueiro e atribuem às amêndoas propriedades físico-químicas diferenciadas, como ponto de fusão e alto teor de gordura, tornando-a um produto de interesse para indústria (SILVA NETO et al., 2001; VEGRO et al., 2014). Aliado a esses aspectos, a melhoria de técnicas agronômicas (ALVES JUNIOR, 2013), a ampliação de políticas públicas e condições favoráveis de mercado, a partir dos anos 2000, contribuíram significativamente para o aumento da área plantada e produção (CALVI et al., 2010). Entre os anos de 2000 a 2015 a produção de amêndoa de cacau no estado Pará cresceu 274,5%, saltando de 28 para 106 mil toneladas ano, sendo os municípios dessa microrregião responsáveis por 73 mil toneladas ano, ou 69% da produção estadual em 2015 (IBGE, 2016). Tais aspectos possibilitou que esta região viesse despontar como principal polo de expansão da cacauicultura brasileira, tendo o município Medicilândia o maior produtor nacional dessa amêndoa desde o ano de 2002 (CALVI et al., 2010).

**3.2 Procedimento metodológico**

Neste trabalho serão utilizadas imagens multi-fontes e multi-resolução para classificar as classes de cacau e outras classes de cobertura terrestre, conforme ilustrado na Figura 2.

Vale ressaltar que o presente trabalho vem sendo desenvolvido, como parte de pesquisa de bolsa PCI, no âmbito do projeto: “*Integration of Multi-sensor and Multi-scale Remote Sensing Data for Examining Land Use/Cover Disturbance at a Regional Scale in the Brazilian Amazon*”, coordenado pelo pesquisar Dr. Luciano Vieira Dutra.

Reformular

Figura 2. Fluxograma com as etapas previstas para o mapeamento de cacau

**Objetivo 1: Verificar a evolução temporal dos cultivos de cacau e realizar um estudo da expansão deste cultivo nas últimas décadas;**

Para este objetivo pretende-se considerar as seguintes etapas: Seleção e aquisição das imagens; Processamento Digital de Imagens; Processamento para extração de informações e Elaboração dos mapas temáticos.

1. **Pré-processamento**

As técnicas de pré-processamento visam processar os dados digitais de sensoriamento remoto com o objetivo de obter uma imagem de melhor qualidade, atenuando as anomalias, seja na sua localização, seja nos seus níveis de cinza.

1. **Extração de informações**

***Seleção de atributos***

Um processo de seleção de atributos é realizado com o intuito de diminuir a dimensionalidade do espaço de atributos. Este processo seleciona os conjuntos de atributos que apresentam uma maior separabilidade entre classes e uma variância pequena dentro de uma mesma classe (THEODORIDIS e KOUTROUMBAS, 2009), o que teoricamente retorna melhores classificações.

Os dados envolvidos neste estudo serão compostos por diferentes tipos de imagens e diferentes números de canais e consequentemente um diferente número de combinações entre eles.

Com isso, para evitar a classificação de todos os conjuntos de dados, um processo de seleção de atributos será adotado.

Dentre as medidas de separabilidade entre classes de um mesmo vetor de atributos, podem-se citar as distâncias de *Bhatthacharyya* e de *Jeffries-Matusita* (JM). Como a distância de *Bhatthacharyya* cresce sem limites para classes altamente separáveis, a distância JM, é muitas vezes preferida, pois não apresenta esse inconveniente (SCHOERDT, 2006).

Dentre todas as combinações possíveis para um número de canais aquela que apresente a maior mínima distância JM é selecionada por conter a maior separabilidade entre as classes.

***Classificação de imagens***

A classificação de imagens digitais consiste em identificar, os diferentes alvos, fenômenos ou feições que apresentam padrões espectrais similares e atribuí-los a uma determinada classe.

Para o processo de classificação existem duas abordagens que podem ou não envolver a fase de treinamento, na qual o usuário fornece as amostras que servirão de base para a classificação. A primeira abordagem é denominada de classificação não supervisionada, a qual requer uma quantidade mínima de parâmetros iniciais do usuário e o próprio algoritmo decide em quantas classes devem ser separadas e quais as regiões que pertencem a cada uma. Este tipo de classificação é indicado quando não se tem um conhecimento prévio da área (CRÓSTA, 1992). A segunda abordagem denomina-se Classificação Supervisionada, a qual requer amostras de treinamento fornecidas pelo usuário e requer, portanto, um conhecimento prévio da área a ser classificada.

A existência de informação de campo possibilita a classificação supervisionada dos conjuntos de atributos previamente selecionados.

A classificação supervisionada envolve duas fases distintas: uma de treinamento e a outra constitui a própria classificação. A fase de treinamento consiste em apresentar, para o sistema, um conjunto de *pixels* representativos de cada classe de ocupação do solo na imagem a ser classificada (MOREIRA, 2005).

**Objetivo 2: Discriminação dos diferentes tipos de cultivos de cacau por uso em conjunto de diferentes fontes de dados de Sensoriamento Remoto**

1. **Imagens**

Neste trabalho, pretende-se utilizar imagens multifontes e multiresoluções, conforme listadas na Tabela 2.

Tabela 2. Imagens que a serem utilizadas no trabalho

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Imagem | Resolução espacial Multi (m) | Resolução espacial  Pan (m) | Quantidade de Bandas |
| Plêiades | 2 | 0,5 | 5 |
| SPOT-6 | 6 | 1,5 | 5 |
| RapidEye | 5 | - | 5 |
| Landsat TM | 30 | - | 7 |
| Landsat OLI | 30 | 15 | 11 |
| EO-1 ALI | 30 | 15 | 9 |
| ResourseSat/Liss 3 | 24 | - | 4 |
| Cbers-4 | 20 | 5 e 10 | 8 |
| Sentinel | 10 | - | 13 |
| Proba - V | 100 | - | 4 |

1. **Determinação das classes de cobertura**

Em estudo que vem sendo desenvolvido, foram identificadas 19 classes reconhecidas em campo e passíveis de identificação em imagem SPOT-6. Nesse caso, foram identificadas seis classes de cacau na área estudada, sendo três classes de Cacau Monocultura em 3 níveis de crescimento: cacau novo, cacau intermediário e cacau antigo (NCM, ICM e OCM); três classes de cultivo de cacau em sistemas agroflorestais em 3 níveis de intensidade de cobertura vegetal: baixa, média e alta densidade (LDCAF, IDCAF e HDCAF). Foram identificados também outros treze tipos de classes de cobertura terrestre. São as classes: Floresta Madura (MA), vegetação secundária em 3 níveis de sucessão: inicial, intermediária e avançada (SV1, SV2 e SV3), Pasto Limpo (CP), Pasto Sujo (OP), Pasto Degradado (DP), Área Preparada para Plantio (PAP), Área Desmatada Recente (RD), Solo Exposto (BS), Superfície Impermeável (IS), Área Úmida (HA) e Água (WA). As siglas das classes foram estabelecidas em inglês e estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição da determinação das legendas.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **N** | **Sigla em inglês** | **Nome** | **Descrição da classe** |
| Classes de cacau | 1 | NCM | New Cacao Monoculture | Plantio de cacau sem cobertura de floresta em estágio inicial (cacau novo) |
| 2 | ICM | Intermediate Cacao Monoculture | Plantio de cacau sem cobertura de floresta em estágio intermediário |
| 3 | OCM | Old Cacao Monoculture | Plantio de cacau sem cobertura de floresta em estágio avançado (cacau velho) |
| 4 | LDCAF | Low Density Cacao Agroforestry | Cultivo de cacau em sistemas agroflorestais (baixa densidade) |
| 5 | IDCAF | Intermediate Density Cacao Agroforestry | Cultivo de cacau em sistemas agroflorestais (média densidade) |
| 6 | HDCAF | High Density Cacao Agroforestry | Cultivo de cacau em sistemas agroflorestais (alta densidade), incluindo cacau de sistema cabruca. |
| Contra-exemplos | 7 | SV1 | Secondary Vegetation, succession 1 | Vegetação rala, cresceu após a retirada completa da vegetação natural. |
| 8 | SV2 | Secondary Vegetation, succession 2 | Vegetação intermediária, presença de indivíduos de porte médio (arbustos). |
| 9 | SV3 | Secondary Vegetation, succession 3 | Considerada Vegetação secundária, presença de indivíduos de médio a grande porte apresentando grande densidade de vegetação. |
| 10 | MA | Mature Forest | Florestas bem estruturadas. |
| 11 | CP | Clean Pasture | Áreas utilizadas para pastagem, com pouco ou quase nenhum arbusto. |
| 12 | OP | Overgrown Pasture | Áreas utilizadas para pastagem, que foram abandonadas ou possuem uma grande quantidade arbustos. |
| 13 | DP | Degraded Pasture | Áreas que foram pastagem e que foram abandonadas ou estão degradadas. |
| 14 | RD | Recent Deforested Area | Áreas recentemente desmatadas, com o uso futuro desconhecido. |
| 15 | PAP | Planting Area Prepared | Áreas de solo arado, sem cobertura vegetal. |
| 16 | BS | Bare Agricultural Soil | Áreas agrícolas em que a cobertura no tempo de detecção é solo nu |
| 17 | IS | Impervious Surface | Áreas construídas, como telhados e rodovias. |
| 18 | HA | Humid Area | Áreas de solo encharcado, localizados em áreas de baixio. |
| 19 | WA | Water | Corpos de água, como rios e lagos. |

**Objetivo 3: Uso de novos métodos de classificação para melhorar a separabilidade dos cultivos de cacau em sistemas agroflorestais de outros tipos de vegetação**

Em estudo prévio, foram testados o classificadores *Support Vector Machine* (SVM) em uma abordagem um-contra-um, usando kernel radial e linear, e o classificador de máxima verossimilhança (ML), pixel a pixel e com uma abordagem contextual, baseado em *Interated Conditional Modes* (ICM) (BESAG, 1986).

A formulação original de um classificador SVM permite apenas a separação de duas classes. Situações com um número maior de classes, como as que ocorrem ao se classificar dados de sensoriamento remoto, por exemplo, seguem o mesmo princípio, mas dependem de um número maior de hiperplanos de separação. Outra característica associada ao uso de classificadores SVM para dados de Sensoriamento Remoto é o fato de que muitas das classes não são linearmente separáveis. Nessas situações, parâmetros de penalidade para o erro são utilizados. No entanto, altos valores deste parâmetro, que implicam em menores índices de erro durante o treinamento, podem ocasionar perda de generalidade do modelo (PEREIRA et al., 2011).

O classificador Maxver é o método de classificação supervisionado mais comum aplicado aos dados de sensoriamento remoto. É um classificador *pixel* a *pixel*, de baixo custo computacional, que se baseia na caracterização estatística do conjunto de dados analisados e no teorema de Bayes. Nesse tipo de classificador, o conjunto de treinamento define um diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando uma distribuição pré-estabelecida para cada uma destas classes. Assim, cada *pixel* passa a ser associado à classe à qual apresenta a maior probabilidade de pertencer. Normalmente o método da Máxima Verossimilhança se baseia em funções densidade de probabilidade gaussianas, como o adotado neste estudo. No entanto, algumas implementações apresentam a possibilidade de utilizar outras distribuições para a modelagem das classes (FRERY et al., 2007).

Vale salientar que pretende-se testar outros métodos e algoritmos de classificação, bem como outros conjunto de dados que possam auxiliar no processo de mapeamento dos cultivos de cacau em sistemas agroflorestais.

**Objetivo 4: Descrição do perfil socioeconômico da população adjacente associada ao cacau e evolução temporal;**

**Objetivo 5: Explorar modelos e testes estatísticos para relacionar a produtividade do cacau e evolução socioeconômica.**

# Forma de análise dos resultados

Será considerada como melhor classificação aquela que possui a menor quantidade de pixels classificados incorretamente e consequentemente a maior exatidão global. No entanto, uma solução sub-ótima pode não apresentar diferença significativa em relação à solução ótima e a sua utilização pode ser vantajosa em relação ao custo computacional de processos que envolvam novas classificações (ANJOS, 2014). Assim, pretende-se realizar testes de hipótese z, unilaterais, a nível de confiança 5%, baseados nos valores de exatidão global e no desvio padrão dessa exatidão. Esses testes buscam analisar a significância da melhoria da exatidão entre cada par de classificações e é sempre composta pela melhor classificação e uma dentre as restantes.

# Plano de trabalho e cronograma de sua execução

As atividades previstas para execução do trabalho estão previstas na Tabela 1.

Tabela 1. Cronograma de atividades

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Atividades** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021/1** |
| Disciplinas | X |  |  |  |  |
| Elaboração do Projeto | X |  |  |  |  |
| Coleta de dados em campo |  | X | X |  |  |
| Pesquisas bibliográficas | X | X | X | X |  |
| Testes de classificação | X | X | X | X |  |
| Tabulação e análise dos dados |  |  | X | X |  |
| Defesa |  |  |  |  | X |
| Correções e entrega do documento final |  |  |  |  | X |

# Referências

ALVES JUNIOR, M. A cultura do cacau no território da Transamazônica e Xingu: um enfoque às pesquisas realizadas no município de Medicilândia - PA. **EducAmazônia – Educação, Sociedade e Meio Ambiente,** v. 10, n. 1, p. 126-142, 2013.

AMADOR, D. B. 2003. **Restauração de Ecossistemas com Sistemas Agroflorestais**. In: Kageyama, P. Y. et al (org.). Restauração de ecossistemas naturais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais – FEPAF. São Paulo. Botucatu.

ANJOS, D. S. **Detecção de mudanças da cobertura da terra na região da Floresta Nacional do Tapajós utilizando dados de múltiplos sensores**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos – SP. 183 p. 2016.

BATISTELLA, M.; ROBESON, S.; MORAN, E. F. Settlement design and landscape change in Amazônia: a multi-temporal evaluation using spatial metrics. **Photogrammetric Engeneering and Remote Sensing,** v. 69, n. 7, p. 805-812, 2003.

BESAG, J. **On the statistical analysis of dirty pictures**. J. Roy. Stat. Soc. 259–302. 1986.

CALVI, M. F. **Fatores de adoção de sistemas agroflorestais por agricultores familiares do município de Medicilândia, Pará.** Dissertação de Mestrado. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará. Belém-PA, 2009.

CALVI, M. F.; AUGUSTO, S. G.; ARAÚJO, A. **Diagnóstico do arranjo produtivo local da cultura do cacau no território da Transamazônica - Pará.** Altamira: SEBRAE / UFPA, 2010.

COSTA, R. C. **Pagamento por serviços ambientais: limites e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na Amazônia Brasileira**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP. 246p. 2008.

DANTAS, M. **Aspectos Ambientais dos Sistemas Agroflorestais.** *In:* I Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais. I Encontro sobre sistemas agroflorestais nos países do MERCOSUL. ANAIS. Editora: Embrapa. Porto Velho. RO. 1994.

FREITAS, J. L. **Sistemas Agroflorestais e sua utilização como instrumento de uso da terra: o caso dos pequenos agricultores da ilha de Santana, Amapá, Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2008.

FRERY, A. C.; CORREIA, A. H.; FREITAS, C. C. Classifying multifrequency fully polarimetric imagery with multiple sources of statistical evidence and contextual information. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.45, p. 3098-3109, 2007.

IBGE. **Pesquisa agrícola Municipal, 2016.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Aceso em: 18 out 2016.

INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa,** 2016. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Aceso em: 18 out 2016.

PEREIRA, L. O.;SILVA, A. E. P.; NEGRI, R. G.; SANT’ANNA, S. J. S.; DUTRA, L. V.; FREITAS, C. C.; ERTHAL, G.J. Análise comparativa dos métodos de classificação SVM e Maxver-ICM Polarimétrico em imagem de radar ALOS PALSAR . In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 15, 2011, Curitiba. **Anais**... São José dos Campos: INPE, 2011. p. 8223-8230.

RICE, R. A.; GREENBERG, R. **Cacao cultivation and the conservation of biological** Royal Swedish Academy of Sciences. Ambio Vol. 29, No 3, May 2000.

SCHOWENGERDT, R. **Remote Sensing: Models and methods for image processing**. 3. ed. USA: Academic Press. 2006. 560 p.

SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Island Press, Washington, 523 p. 2004.

SCHROTH, G.; HARVEY C. A. Biodiversity conservation in cocoa production landscapes an overview. **Biodiversity and Conservation.** Vol. 16, No 8. p2237-2244. 2007.

SILVA NETO, P. J.; MATOS, P. G. G.; MARTINS A. C. S.; SILVA, A. P. (Ed). **Sistema de produção de cacau para a Amazônia Brasileira.** Belém, CEPLAC. ISSN 0102-5511. 2001. p. 21. Available at: http://www.ceplacpa.gov.br/site/wp-content/uploads/2009/12/sistema producao cacau.pdf.

THEODORIDIS, S.; KOUTROUMBAS, K. **Pattern Recognition**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2006. 984 p.

VALADARES, J. O. **Método de classificação especialista de imagens de sensoriamento remoto para o mapeamento das áreas de Cacau-cabruca**, 2014. 99 p. Dissertação (Mestrado) – Mestrado de Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia. 2014.

VAZ, P. S. **Sistemas Agroflorestais para Recuperação de Matas Ciliares em Piracicaba, SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2002

VEGRO, C. L. R.; ASSUMPÇÃO, R.; SILVA, J. R. Aspectos socioeconômicos da cadeia de produção da amêndoa de cacau no eixo paraense da Transamazônica. **Informações Econômicas**, v. 44, n. 4, p.57-72, 2014.