



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E
BIOLÓGICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SOLOS E QUALIDADE DE ECOSSISTEMAS

**OCUPAÇÃO E USO DO SOLO PELA CULTURA DO *Agave
sisalana* NO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO SISAL –
SEMIÁRIDO DA BAHIA**

ELANE JOISE SALES DE SOUSA

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
ABRIL 2015

**OCUPAÇÃO E USO DO SOLO PELA CULTURA DO *Agave sisalana*
NO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO
SISAL – SEMIÁRIDO DA BAHIA**

ELANE JOISE SALES DE SOUSA

Licenciada em Geografia

Universidade do Estado da Bahia -
UNEB, 2012

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas.

Orientador: Prof. Dr. Oldair Del' Arco Vinhas

Coorientador: Prof. Dr. Everton Luís Poelking

Coorientador: Ms. Cezar Augusto Texeira Falcão Filho

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

S725o

Sousa, Elane Joise Sales de.

Ocupação e uso do solo pela cultura do *Agave sisalana* no Território de Identidade do Sisal – Semiárido da Bahia / Elane Joise Sales de Sousa. _ Cruz das Almas, BA, 2015. 102f.; il.

Orientador: Oldair Del'Arco Vinhas.

Coorientador: Everton Luís Poelking.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Sisal – Cultura. 2.Sisal – Planejamento da produção. 3.Região Sisaleira – Semiárido (BA). I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Falcão Filho, Cezar Augusto Teixeira. III.Título.

CDD: 338.173577

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas Programa de
Pós-Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas

Comissão Examinadora da Defesa de Elane Joise Sales de Sousa

Oldair Del' Arco Vinhas Costa (orientador)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Joselisa Maria Chaves
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Solos e
Qualidade de Ecossistema em _____
Conferindo o grau de Mestre em Ciência do Solo

AGRADECIMENTO

È chegada a hora de fechar mais um ciclo, nesse momento, não poderia deixar de externar a minha sincera gratidão ao Deus da vida, a santíssima trindade por ter me conduzido nos momentos de incertezas e dificuldades encontradas ao longo do caminho.

A minha família, em especial minha mãe, meu irmão e minha irmã do coração por toda cumplicidade e apoio, sem vocês nada disso teria sentido. Aos amigos, colegas e mestres por todos os ensinamentos e momentos de descontração e descobertas que me proporcionaram ao longo do curso. Em especial agradeço a meu orientador Oldair Del'Arco e aos meus co-orientadores Everton Luís e Cezar Falcão.

Aos produtores que com todo acolhimento e boa vontade permitiu que eu adentrasse suas casas e compartilhasse das suas experiências. Aos representantes da APAEB e dos Sindicatos dos Trabalhadores Rurais, pelas informações e suporte ao longo das campanhas de campo.

A CAPES e ao colegiado do curso pela bolsa e por viabilizar as idas a campo.

A todos, meu muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1** - Localização dos municípios do Território de Identidade do Sisal.....29
- Figura 2** - Distribuição das estações utilizadas para levantamento dos dados de precipitação.....35
- Figura 3** - Regressão linear simples36
- Figura 4** - Anos de trabalho com o cultivo do sisal por produtores do Território..... 37
- Figura 5** - Tamanho das propriedades que cultivam o sisal no Território do Sisal, Região Semiárida da Bahia.....38
- Figura 6** - Área colhida e produção do sisal, período de 1970 – 2013.....40
- Figura 7** - Comportamento das variáveis precipitação e produtividade no período de 1970 – 1983 e 1993 – 2012.....42
- Figura 8** - Mapa de solos do Território de Identidade do Sisal.....46
- Figura 9** - Campo de sisal dividindo espaço com vegetação nativa no município de Ichu.....48
- Figura 10** - **a** Melhor época para iniciar o plantio **b** - seleção das mudas por produtores da região sisaleira da Bahia.....50
- Figura 11** - Percentual do destino final dos resíduos da produção de sisal no Território.....53
- Figura 12** - Resíduos do sisal empilhado na área de cultivo.....54
- Figura 13** - **a** - separação da mucilagem da bucha **b** – forragem pronta para alimentação animal.....55
- Figura 14** - Situação das propriedades em relação à assistência técnica e/ou financeira.....56
- Figura 15** - Morte da planta causada, segundo o produtor, por uma espécie de barata.....59

CAPÍTULO II

- Figura 1** - Mapa de localização da área de estudo.....70
- Figura 2** - Procedimentos usados no mapeamento.....71
- Figura 3** - Imagens do sensor TM/ Landsat 5 submetida ao processo de correção atmosférica. a – imagem bruta e b – imagem corrigida.....74
- Figura 4** - Composição colorida falsa cor R (5) G(4) B (3) da cena do sensor TM/Landsat 5 e distribuição espacial de áreas de cultivo do *agave sisalana*...76
- Figura 5** - Cenas de imagens do sensor TM/ Landsat 5 referentes aos cálculos do SAVI para dois municípios. A – Candeal e B – Itiúba.....77
- Figura 6** - Distribuição espacial dos pontos coletados em campo.....81
- Figura 7** - Mapa das áreas cultivadas com o *Agave sisala* no Território do Sisal.....83
- Figura 8** - Valores médios de reflectância de uma área de sisal (linha vermelha) comparados com uma área de vegetação fluvial. Valores de reflectância ajustados às bandas 5,4 e 3, respectivamente.....85
- Figura 9** - Valores estimados de área plantada com *Agave sisalana* para os municípios do Território do sisal.....87

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Valores do coeficiente de determinação (r^2) e coeficiente de correlação (r) da relação entre produtividade e precipitação.....42

Tabela 2 - Porcentagem dos produtores que utilizam algum critério para selecionar as áreas a serem cultivadas e principais critérios adotados segundo os produtores..... 44

Tabela 3 - Quantidade de nutrientes retirados pelo sisal, para produção de uma tonelada de fibra/ha/ ano e retirado pela mandioca com uma colheita de 10 toneladas.....51

Tabela 4 - Características químicas de solos sob vegetação de floresta e cultivados com dois e três ciclos de sisal.....51

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Parâmetros utilizados na correção atmosférica para cada imagem.....73

Tabela 2 - Legenda utilizada para construção das amostras de treinamento e seus respectivos identificadores.....78

Tabela 3 - Estimativa da área plantada com o *Agave sisalana* obtidas por meio da classificação de imagens e por levantamento realizado pelo IBGE-PAM....88

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO II

Quadro 1 - Intervalo de valores do Índice Kappa.....82

LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Água

APAEB - Associação de Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisaleira

BNB - Banco do Nordeste do Brasil

CAM - Metabolismo Ácido Crussuláceo

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

EBDA - Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola

EMATER – BA - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

PAM - Produção Agrícola Municipal

PIB - Produto Interno Bruto

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. Região semiárida	16
2.2. Ocupação do semiárido e implantação da cultura do sisal	17
2.3. <i>Agave sisalana</i> ou sisal	20
REFERÊNCIAS	22

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO	28
2. MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Localização da área de estudo	29
2.2. Avaliação da ocupação e do uso do solo com a cultura do sisal	32
2.2.1. Entrevistas: tamanho e parâmetro de amostragem	32
2.2.2. Levantamento de dados referentes à cultura e precipitação da área de estudo	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.1 Uso do Solo	44
3.2 Manejo da Cultura	47
3.3 Orientações técnicas e incidência de pragas e doenças	56
CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62

CAPÍTULO II

1. INTRODUÇÃO	68
2. MATERIAS E MÉTODOS	69
2.1 Caracterização da área de estudo	69
2.2 Etapas do mapeamento	71

2.3 Aquisição de imagens	72
2.4 Correção Atmosférica	72
2.5. Georreferenciamento das Imagens	74
2.6. Aplicação do filtro Passa-baixa 3x3	75
2.7. Composição colorida	75
2.8. Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI)	77
2.9. Segmentação de Imagens	78
2.10. Classificação Supervisionada de máxima verossimilhança	78
2.11. Área Mínima Mapeável (AMM)	79
2.12 Edição do mapa da cultura da <i>Agave sisalana</i>	80
2.13 Índice Kappa	82
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
ANEXOS	96

OCUPAÇÃO E USO DO SOLO PELA CULTURA DO *Agave sisalana* NO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO SISAL – SEMIÁRIDO DA BAHIA

Autor: Elane Joise Sales de Sousa

Orientador: Oldair Del'Arco Vinhas Costa

Co-orientador: Everton Luís Poelking

Co-orientador: Cezar Augusto Texeira Falcão Filho

RESUMO

O *Agave sisalana*, cultura relevante em termos econômicos no Brasil, encontrou na Região Nordeste, condições favoráveis para seu desenvolvimento. Sua exploração para fins econômicos apresentou resultados satisfatórios, principalmente para municípios inseridos nas áreas semiáridas, com escassas alternativas para exploração de outros tipos de culturas. Diante do exposto, a presente pesquisa tomou como dimensão espacial o Território de Identidade do sisal com objetivo geral de analisar a atual configuração da cultura do *Agave sisalana* no referido Território e, com os seguintes objetivos específicos: investigar as condições atuais de uso e manejo das áreas cultivadas; identificar e entender possíveis fatores que vem se constituindo como entraves ao desenvolvimento e otimização da cultura na região e; mapear as áreas cultivadas com sisal, utilizando técnicas de processamento de imagens. Para tanto, a metodologia empregada consistiu em levantamento bibliográfico, aplicação de formulários para produtores e representante de associações e seleção de imagens TM Landsat 5, na qual aplicou-se o processo de correção atmosférica, georreferenciamento, composição colorida falsa cor, processo de segmentação, mapeamento (área mínima) e gerou-se o índice Kappa. Resultados obtidos evidenciam que a cultura do sisal não se consolidou com a mesma importância econômica em todos os municípios que compõem o Território do Sisal; nos municípios onde há registro da cultura verifica-se que sua produção se concentra em pequenas propriedades. A falta de critérios na escolha dos solos, do material a ser plantado e o desconhecimento de questões fundamentais ao desenvolvimento da cultura, associado à falta de manejo pode estar refletindo na baixa produtividade da cultura em todo o Território. A partir das entrevistas realizadas, constatou-se um cenário marcado por campos de sisal abandonados, produtores desmotivados, baixos preços pagos ao produtor, atraso tecnológico e falta de orientação técnica e de políticas concretas de incentivo e melhoria da atividade sisaleira. Por meio do mapeamento obteve-se a estimativa da área plantada com o sisal, evidenciando valores relativamente menores dessa variável quando comparado à dados apresentados pelo IBGE- PAM, melhor refletindo o cenário de crise descrito por produtores.

Palavras-chave: fins econômicos, desenvolvimento, estimativa, mapeamento.

OCCUPATION AND THE USE OF LAND BY THE CROP OF *Agave sisalana* IN THE TERRITORY OF SISAL IDENTITY - SEMIARID OF BAHIA

SUMMARY

The *Agave sisalana*, economically relevant crop in Brazil, found in the Northeast favorable conditions for its development. Their exploitation for economic purposes showed satisfactory results, especially for municipalities inserted in semi-arid areas with few alternatives for exploration of other crops. During the This research took as spatial dimension the Territory of Sisal identity with general purpose of analyzing the current configuration of *Agave sisalana* crop in that territory and , with the following specific objectives investigate the current conditions of use and management of cultivated areas; identify and understand possible factors that is becoming an obstacles to the development and optimization of crop in the region and; map areas planted with sisal, using image processing techniques. Therefore, the methodology employed consisted of literature, application forms for producers and representative associations and selection of images TM Landsat 5, which applied the atmospheric correction process, georeferencing, false color colored composition, the segmentation process, mapping (area minimum) and led to the Kappa index. Obtained results show that the sisal crop is not consolidated with the same economic importance in all the municipalities that make up the territory of Sisal; in the municipalities where crop can be seen that its production is concentrated on small areas. The lack of criterion in the selection of the soil, the material to be planted and the lack of key issues for the development of crop, associated with lack of management can is reflecting the low productivity of crop throughout the territory. From the interviews, there was a piece marked by abandoned sisal fields, demotivated producers, low producer prices, technological backwardness and lack of technical guidance and concrete policy of encouragement and improvement of sisal activity. By mapping yielded an estimated area planted with sisal, showing relatively lower values of this variable when compared to the data presented by IBGE- PAM, better reflecting the crisis scenario described by producers.

Keywords: economic purposes, development, estimation, mapping.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O sisal (*Agave sisalana*) é uma planta encontrada geralmente em ambientes tropicais, tendo maior representatividade em termos econômica no Brasil (52%), embora de acordo com a Conab seja produzido por outros países como China (14,5%), Tanzânia (11,6%), Quênia (11,2%), Venezuela (4,4%), Madagascar (3,9%), dentre outros, que participam da produção com 2,8%. De acordo com Moreira *et al* (1999), o sisal é originário do México de onde migrou para os Estados Unidos e, posteriormente, para a África e o Brasil, onde se concentrou mais fortemente na Região Nordeste. Dados de levantamentos realizados pelo IBGE (2013) evidenciam que a Bahia, o Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba são responsáveis por 100% da produção do Nordeste, sendo o estado da Bahia o maior produtor (responsável por 95,04% da produção da região, em 2013).

A cultura do sisal tem um papel importante na economia do Estado da Bahia, por promover a desconcentração do produto interno bruto (PIB), gerar emprego e renda, e por apresentar grande potencial em termos de exportação (ALVES *et al*, 2005); principalmente para as áreas semiáridas, que enfrentam sérios problemas de ordem social e econômica, associado à falta de perspectiva frente às condições climática. Neste cenário, destaca-se o Território de Identidade do Sisal, que atualmente é responsável por 49,63% da produção do Estado (IBGE, 2013).

O Território de Identidade do Sisal com extensão territorial de 20.454,32 km² possui, de acordo com o levantamento realizado pelo IBGE (2013), 5,8% da sua área destinada a produção do sisal, correspondente a 118.310 hectares. Esse total representa 50,26% da área destinada à colheita no Estado da Bahia, estando os 49,74% distribuído entre os territórios de Irecê, Chapada Diamantina, Vale do Jequiçá, Piemonte Norte do Itapecuru, Sertão do São Francisco, Bacia do Jacuípe, Piemonte da Diamantina, Semiárido Nordeste II e Piemonte do Paraguaçu.

Apesar do papel de destaque na produção e da importância econômica do *Agave Sisalana* para a maioria dos municípios que compõe o Território de Identidade do Sisal, verifica-se ao longo dos anos crises e oscilações na

produção. Este fato evidencia a necessidade de estudos mais específicos capazes de avaliar e reunir um conjunto de informações sobre a situação da cultura no referido território, por meio de análises mais criteriosas acerca dos dados de produção, levando em consideração as especificidades dessa cultura (exigências físicas e nutricionais), características e aptidões dos solos onde a cultura esta implantada e formas de manejo empregadas.

Além disso, faz-se de inteira necessidade um mapeamento das áreas cultivadas com o *Agave sisalana*, que forneça informações precisas sobre a espacialização dessa cultura, bem como a estimativa da área plantada. Tendo em vista que, dimensionamentos falhos pode comprometer o direcionamento do planejamento e definição de prioridades, afetando o desenvolvimento da atividade sisaleira, principalmente em municípios, onde o sisal se destaca como base da economia.

Dessa forma, o presente trabalho, estruturado em dois capítulos, tem como objetivos: investigar as condições atuais das áreas cultivadas com o sisal; identificar os fatores que vem se constituindo como maiores entraves ao desenvolvimento e otimização da cultura e; mapear as áreas cultivadas com sisal, visando estimar e avaliar a espacialização desta cultura nos municípios do Território do Sisal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este item destaca pontos referentes à região semiárida e a cultura do *Agave Sisalana*. Para tanto, em uma primeira abordagem destacou-se aspectos referentes às características ambientais e socioeconômicas das regiões semiáridas. No segundo momento, tem-se uma breve discussão sobre a ocupação do semiárido e a implantação da cultura do sisal, logo após, é feita uma abordagem a respeito da cultura do sisal destacando suas características e especificidades.

2.1. Região semiárida

As regiões semiáridas compreendem uma ampla área do país, caracterizadas pela aridez do clima, deficiência hídrica, fortes irregularidades das precipitações e presença de solos pobres em matéria orgânica (SILVA, 2006). Oficialmente a área semiárida do território brasileiro corresponde a 969.589,4 Km²; desse total 393.056,1 Km² representa a área semiárida¹ do Estado da Bahia, correspondente a 69,65% do seu território, abrangendo 265 municípios².

Nessas áreas, a intensidade da aridez torna as condições ambientais inóspitas para o estabelecimento de espécies sem adaptação, com os fatores climáticos exercendo maior influência que fatores ecológicos na definição da cobertura vegetal (CARVALHO, 1988). Neste ambiente, predomina espécies xerófilas, lenhosas, decíduas, geralmente espinhosas, com ocorrência de plantas suculentas e áfilas, de padrão tanto arbóreo quanto arbustivo (MELO FILHO; SOUZA, 2006).

A influência da aridez do clima, associada com a diversidade do relevo e do material de origem, com predomínio de rochas cristalinas, seguida de áreas sedimentares e, em menor proporção, com áreas de cristalino, coberta com sedimentos arenosos ou areno-argilosos (SEABRA; MENDONÇA, 2011) resulta em ocorrência de diversas classes de solos, representadas em grandes extensões por solos jovens e também solos evoluídos e profundos (JACOMINE, 1996). Predomina na região solos rasos, apresentando frequentes afloramentos rochosos, baixa capacidade de retenção de umidade e baixo teor de matéria orgânica. Os solos profundos, com reservas hídricas suficientes para a irrigação apresentam tendência de salinização, devido à elevada evapotranspiração (EMBRAPA, 1979).

No que se refere a aspectos socioeconômicos, o Ministério da Integração Nacional evidência que nas áreas semiáridas esta concentrada mais da metade (58%) da população pobre do país. Estando o Índice de

¹ Os representantes do Ministério da Integração Nacional utilizaram como critérios para delimitação dessas áreas a: precipitação pluviométrica média inferior a 800 milímetros; o índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração (período entre 1961 e 1990), e; o risco de seca maior que 60% (ano base 1970 e 1990).

² Definido pelo Ministério da Integração Nacional.

Desenvolvimento Humano (IDH), de aproximadamente 82% dos municípios, entre os mais baixos do país, significando um déficit em relação aos indicadores de renda, educação e longevidade para 62% da população que vive no semiárido (SILVA, 2008). Os problemas que assolam essas áreas impulsionam a migração da população que vive no meio rural em direção aos centros urbanos, em busca de melhores condições de vida, reduzindo ao longo dos anos o percentual da população que vive no campo.

Apesar das condições desfavoráveis, a agricultura se constitui como importante atividade econômica, sobretudo, para as famílias que permanecem no campo, contribuindo diretamente com a geração de renda, e também com a criação de oportunidades de emprego (LIMA, 1988). As atividades agrícolas assumem características diferenciadas em consequência das diversificações regionais e das particularidades econômicas e sociais, decorrentes da influência do meio físico, das condições de povoamento, e da conquista da terra (ANDRADE, 1964). Lima (1988) ressalta que de modo geral a agricultura na região semiárida está diversificada para dois fins, a saber: produto para comercialização, com destaque para o sisal e; produto para subsistência.

De acordo com SAYAGO (2007), dentre as culturas produzidas no Território tem-se a mamona, a mandioca, o feijão, o milho e frutos como a banana e a laranja. O sisal, de acordo com a mesma fonte, aparece com destaque nas commodities, seguida do café e da cana-de-açúcar, essas últimas, com representação quase inexpressiva.

2.2. Ocupação do semiárido e implantação da cultura do sisal

A necessidade de promover o povoamento do interior do país, associado à expansão das atividades açucareiras nas áreas litorâneas, afastou a pecuária para regiões semiáridas, com predomínio do bioma caatinga, e sem grandes aptidões para atividades agrícolas. Aos poucos, de acordo com Pinto (1969) o homem ia se fixando nas margens dos rios ou ao longo dos caminhos do gado. As fazendas, originárias dos estábulos e as aglomerações raras e distantes atestam a ocupação dessa área.

Ao se referir ao processo de ocupação da região semiárida sisaleira, Nascimento (2008) afirma que essa região:

“(...) do ponto de vista econômico-espacial, não fez parte do período extrativista – mineral da Chapada Diamantina e estava muito distante da realidade da zona cacauzeira. Apenas as fazendas permitiam um fluxo constante de gente e de gado.”

Assim, a pecuária abre caminho para ocupação das áreas semiáridas e junto com as atividades agrícolas de subsistência determina as formas de uso e exploração do solo. Em torno dessas atividades, estabeleceram-se os primeiros núcleos de povoamento e formas de apropriação do solo. Se esbarrando com problemas referentes a questões climáticas e falta de perspectiva econômica, o que viria a se constituir como forte empecilho para fixação do homem ao campo, uma vez que, as condições de semiaridez dificultavam a prática agrícola e a geração de renda. Segundo Pinto (1969), nessa região tão pobre e sempre em estreita dependência das condições climáticas, algumas tentativas de diversificação da produção foram esboçadas, mas terminavam sempre por insucesso.

É nesse cenário, marcado por condições desfavoráveis a prática agrícola e sem maiores opções de geração de emprego e renda, que no século XX se implantou a cultura do *Agave sisalana* ou sisal. Planta originária da Península de Yucatan, área geográfica a partir da qual o sisal migrou para os Estados Unidos (Flórida) no século XIX e, posteriormente, para África e o Brasil (MOREIRA *et al*, 1999).

No Brasil, a introdução do sisal ocorreu primeiramente na Bahia nos primórdios do século XX (RICCI, 2007), mas especificamente no Recôncavo, quando os primeiros bulbilhos do *Agave sisalana*, foram introduzidos por Horácio Urpia Júnior, em 1903, para explorá-lo em sua fazenda. Esse ambiente, de acordo com Pinto (1969), marcado por chuvas frequentes, não era o ambiente ecológico para o desenvolvimento do sisal, sendo seu cultivo logo abandonado. A partir daí o sisal passa a ser expandido para áreas semiáridas do Nordeste, permitindo, graças as suas características fisiológicas e agrônômicas, que essas regiões, onde são raras as alternativas viáveis economicamente para produção agrícola, tornem-se produtivas (SUINAGA *et al.*, 2006; CONSOLI *et al*, 2009; SÁ, 2013), despertando o interesse de agricultores e governantes.

Na Bahia, verificou-se um processo expressivo de expansão da cultura do sisal a partir de 1938, graças ao incentivo do governo do Estado, que passou a ver na expansão e exploração do sisal, a possibilidade de fixar o homem a terra e dar-lhe condições materiais para sobreviver nesse ambiente (PINTO, 1969), frente a grande demanda que a fibra vinha apresentando para abastecimento da indústria naval (NASCIMENTO, 2008). A alta no preço do sisal no mercado internacional fez o produto ser considerado o “ouro verde” do sertão nordestino (FUNDAÇÃO CPE, 1989 *apud* SILVA 2012). De acordo com Miranda (2011), o sisal surgiu como uma alternativa de movimentação econômica, geração de emprego, renda e sustentabilidade para muitos espaços do território nordestino.

Diante do incentivo do governo, os agricultores sem maiores perspectivas, abraçaram a cultura do “ouro verde”, sem contar com o mínimo de assistência técnica, como bem assinala o BNB (1959); as pessoas que se interessavam pela cultura, tiveram que aprender à custa da própria experiência. Assim, o plantio do sisal, foi implantado e expandiu-se, intensificando o povoamento da região Nordeste e Centro – Norte do Estado da Bahia, fazendo surgir municípios como Araci (1956), Valente (1958) e Ichu (1962) (FREIXO, 2010) além de Cansanção e Retirolândia. Como assinala Marques (1978) *apud* Silva (2012), o sisal foi dilatando suas fronteiras, invadindo todo o nordeste baiano.

Alguns municípios passam a consolidar suas bases econômicas em torno da cultura do *Agave sisalana*, como por exemplo, o município de Conceição do Coité que passou a ser reconhecido como a “Capital do Sisal” (OLIVEIRA, 2010); responsável pela confluência e beneficiamento de grande parte da produção sisaleira que se destinava aos portos da capital baiana (FREIXO, 2010). Atualmente os municípios de Araci, Barrocas, Biritinga, Ichu, Quijingue, Queimadas, Monte Santo, Teofilândia, Tucano, Itiúba, Valente, Serrinha, Nordestina, Candeal, Lamarão, Cansanção, Retirolândia, Santaluz e São Domingos compõem o Território de Identidade do Sisal. Neste ambiente, o sisal, voltado, sobretudo, para exportação, após passar por um processo de beneficiamento elementar, pouco a pouco passou a ser a principal atividade econômica, dando nome à região (SILVA; SILVA, 2001).

Apesar de dar nome a um Território específico, vale ressaltar que o sisal é largamente cultivado em outros municípios baianos, em diferentes Territórios, dentre os quais, destaca-se o Território Piemonte da Diamantina e Piemonte Norte do Itapicuru. Neste último, está inserido o município de Campo Formoso, que possui de acordo com o IBGE – PAM (2013), 53.600 hectares de área plantada com o sisal, e participação de 35, 57% na produção do Estado, se constituindo como maior produtor baiano.

2.3. *Agave sisalana* ou sisal

O *Agave sisalana perrine*, principal espécie cultivada no Território do Sisal é considerado um vegetal eminentemente tropical (MOREIRA *et al*, 1999), pertencente à classe das monocotiledôneas, família *Agaveaceae*, cujo principal produto é a fibra tipo dura, com elevados teores de celulose e lignina, que oferecem inúmeras aplicações (ANDRADE, 2005). Devido a sua capacidade de retenção de água da chuva e do orvalho, se constitui como sendo uma planta ideal para as regiões semiáridas (PINTO, 1969).

Sua capacidade de retenção de água relaciona-se com a presença do metabolismo fotossintético do tipo CAM (Metabolismo Ácido Crussuláceo), que permite a abertura dos estômatos à noite, para não perder água via transpiração durante o dia e se beneficiar do orvalho. Possui elevada resistência à seca e a estresse térmico, apresentando eficiência transpiratória gastando pouca água para produzir fitomassa [...] (ANDRADE, 2005). Como assinala Taiz & Zeiger (2004) *apud* Sá (2013) espécies como o sisal utilizam apenas 50 a 100g de água por grama de fitomassa, enquanto outras plantas necessitam de 300 a 1.000 g.

De acordo com Ribeiro Filho (1967), o sisal adapta-se melhor em regiões onde a temperatura média seja de 20° a 28°, com pequenas variações. Necessitando para que possa prospera bem, precipitações anuais variando entre 600 e 1500 mm. O autor supracitado salienta que o sisal chega mesmo a ser cultivado em regiões com médias anuais de 400 a 2.500 mm; evidenciando assim, a viabilidade da implantação da cultura do sisal em áreas semiáridas, marcadas por baixa precipitação e temperaturas elevadas.

Em relação às melhores áreas para o cultivo, Amorim Neto & Beltrão (1999), afirma que os solos ideais para o cultivo são os silicos a sílico-argilosos (textura arenosa a média), soltos e profundos. Adaptando-se a solos levemente ácidos ou alcalinos, com pH variando de 5 a 8. De acordo com Ribeiro Filho (1967), deve-se evitar solos de topografia excessivamente acidentados. A esse respeito, Franco & Alves *apud* Amorim Neto & Beltrão (1999) afirma ser ideal a topografia de elevações suaves, com declividade máxima de 5%, e exposição leste-oeste, correspondente à maior luminosidade.

A reprodução do sisal pode ser feita por meio de bulbilhos, que se formam na inflorescência, após a floração, sendo geralmente plantados em viveiros, para que posteriormente possam ser transplantado definitivamente (PINTO, 1969), ou por meio de rebentos, que brotam dos rizomas em torno dos indivíduos adultos. O ciclo produtivo do sisal dura em média de 8 a 10 anos, período em que a planta leva para florescer (SILVA, 2008). Por ser uma planta monocárpica morre ao florescer (RIBEIRO FILHO, 1967).

A exploração econômica da espécie *sisalana* se dá em função da folha, por fornecer fibras têxteis (MEDINA, 1954). A folha do sisal encontra-se ligada diretamente ao tronco, apresenta comprimento que pode atingir o máximo de dois metros, contudo, 90 a 120 cm é a medida mais comum na folha do sisal (MOREIRA *et al*, 1999). De acordo com Pinto (1999), o comprimento das folhas, bem como o tempo até o momento ideal para o corte varia em função da qualidade de cuidados culturais, de condições locais e da altura da planta desde sua plantação. Nesse sentido, as formas de manejo empregado desde a implantação do cultivo vão refletir na qualidade e produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS

ALVES, O.M; SANTIAGO, E.G; LIMA, A.R. Diagnóstico socioeconômico do setor sisaleiro do Nordeste brasileiro. Fortaleza, 2005.

AMORIM NETO, M.S; BELTRÃO, N.E.M. Clima e solo. *In* SILVA, O. R.E (org.). O agronegócio do sisal no Brasil – Brasília: Embrapa – SPI: Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999.

ANDRADE, M.C. de. Padrões da agricultura nordestina. *In*: BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Recursos e necessidades do Nordeste; um documento básico sobre a região nordestina. Recife, 1964. p.313-42.

ANDRADE, W (Org) O sisal do Brasil. Ed Link Propaganda. Bahia, 2005.

BNB (Bando do Nordeste do Brasil). Sisal (Problemas Técnicos). Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. Ceará, 1959.

CARVALHO, O. de. A economia política do Nordeste: secas irrigação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

EMBRAPA. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. 1977-1978. Brasília, EMBRAPA-DID, 1979.

FREIXO, A.A. Do Sertão dos Tocós ao território do sisal: Rumo á invenção de uma região e uma vocação. *Revista Geografares*, nº 8, 2010.

FUNDAÇÃO, CPE. Sisal – O futuro incerto de um passado promissor. Carta da CPE – nº 5. Salvador. SEPLAN/Ba, 1989. *IN* SILVA, F.P.M. Desenvolvimento Territorial: a experiência do Território do Sisal na Bahia. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós Graduação em Economia. Uberlândia, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento da Produção Agrícola Municipal – PAM. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c+1613>. Acessado em: Março, 2014.

LIMA, P.C.F. Sistemas agrossilviculturais desenvolvidos no semiárido brasileiro. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 16, p 7 – 17, 1988.

MARQUES, N. O sisal na Bahia. Salvador: V Convenção Regional do Sisal, FAEB/PROSISAL, 1978. *IN* SILVA, F.P.M. Desenvolvimento Territorial: a experiência do Território do Sisal na Bahia. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós Graduação em Economia. Uberlândia, 2012.

MEDINA, J. C. O Sisal: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Publicidade Agrícola. São Paulo, 1954.

MELO FILHO, J.F. SOUSA, A.L.V.: O manejo e a conservação do solo no Semiárido baiano: desafios para a sustentabilidade, Bahia Agrícola, 2006.

MIRANDA, G.P.M. *Agave sisalana*, o ouro verde do sertão: o mundo do trabalho e os espaços de resistência narrados pela memória dos velhos sisaleiros do semiárido paraibano (1970 - 1990). Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH. SP, julh 2011.

MOREIRA, J.A.N; BELTRÃO, N. E. M; SILVA, O. R.E . Botânica e morfologia do sisal. In SILVA, O. R.E (org.). O agronegócio do sisal no Brasil – Brasília: Embrapa – SPI: Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999.

NASCIMENTO, H.M. A convivência com o semiárido e as transformações socioprodutivas na Região do Sisal – Bahia: por uma perspectiva territorial do desenvolvimento rural. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, 2008.

OLIVEIRA, V. Conceição do Coité: a capital do sisal. Conceição de Coité: Gráfica e Editora Clip, 2001. In FREIXO, A.A. Do Sertão dos Tocós ao território do sisal: Rumo á invenção de uma região e uma vocação. Revista Geografares, nº 8, 2010.

PINTO, M. L. Contribuição ao estudo da influência da lavoura especulativa do sisal no Estado da Bahia. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v.31, nº 3. P 3 -102, 1969.

RICCI, E.A. Região sisaleira da Bahia: a reorganização do espaço geográfico da sisalândia a partir da criação da APAEB. São Paulo,2007. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. Área de concentração: Geografia Humana) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

RIBEIRO FILHO, J. Cultura do sisal. Universidade Rural do Estado de Minas Gerais. Viçosa – MG, 1967.

SAYAGO, D. Diagnóstico do Território do Sisal – EMBRAPA. Brasília, 2007.

SEABRA, G; MENDONÇA, I (org.). Educação ambiental: responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2011.

SILVA, R. M.A.S. Entre o combate á seca e a convivência com o semiárido: transições paradgmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Tese de doutorado, centro de desenvolvimento sustentável, Universidade de Brasília, 2006.

SILVA, F.S.M. Responsabilidade social e desenvolvimento sustentável da cultura do sisal (*Agave Sisalana* no Semiárido Baiano). Dissertação – Centro

de Pós – Graduação e Pesquisa Visconde do Cairu, Fundação Visconde do Cairu. Salvador, 2008.

SILVA, S.B.M; SILVA, B.C.N. Reinventando o território: tradição e mudança na Região do Sisal – Bahia. Revista de Desenvolvimento Econômico. Ano III, nº5, Salvador- Ba, 2001.

SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. F. da; COUTINHO, W. M. Cultivo do sisal na região semiárida do Nordeste brasileiro. Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, 2006.

I CAPÍTULO

**PERCEÇÃO DOS PRODUTORES COM RELAÇÃO AO USO DO SOLO E
TRATOS CULTURAIS NECESSÁRIOS AO DESENVOLVIMENTO DO *Agave*
Sisalana - TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO SISAL**

PERCEPÇÃO DOS PRODUTORES COM RELAÇÃO AO USO DO SOLO E TRATOS CULTURAIS NECESSÁRIOS AO DESENVOLVIMENTO DO *Agave Sisalana* - TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO SISAL

RESUMO

A cultura do sisal (*Agave sisalana*), apesar de se constituir como principal cultura em termos socioeconômicos, para as áreas semiáridas em especial para municípios do Território de Identidade do Sisal, vem passando ao longo do tempo por crises e oscilações na produção. Diante do exposto, tomou-se como dimensão espacial da pesquisa o Território de Identidade do sisal, objetivando: investigar as condições atuais de uso e manejo das áreas cultivadas e; identificar e entender possíveis fatores que vem se constituindo como entraves ao desenvolvimento e otimização da cultura na região. A metodologia empregada consistiu-se no levantamento bibliográfico, levantamento de dados (da cultura e precipitação da região) e campanhas de campo com intuito de dialogar diretamente com os sujeitos envolvidos na produção do sisal. Os resultados obtidos demonstram que o sisal está sendo cultivado ao lado das culturas de subsistência em propriedades de pequeno e médio porte, através de técnicas tradicionais de manejo, sendo utilizado pelos produtores critérios diferente na seleção das áreas e do material a ser plantado. Os solos, por serem considerados férteis pelos entrevistados, não são fertilizados, nem mesmo pela restituição dos nutrientes removidos pela cultura. Os resíduos do sisal, que representam a maior parte da planta, não são devidamente devolvidos aos campos, sendo seu uso direcionado em maior proporção para alimentação animal e para adubação de áreas usadas com outros cultivos. Os dados de produção apresentaram-se irregulares ao longo de 44 anos, com evidencia de baixa produtividade da cultura para a região, atribuída pela maioria dos produtores à seca. Conclui-se que as limitações agrícolas da maioria dos solos do Território, associada à falta de consenso a respeito: das melhores áreas para o cultivo do sisal, de tipo e qualidade de material vegetal para o plantio e do emprego de técnicas adequadas de manejo, somado a incidência de doenças, certamente está refletindo na baixa produtividade da cultura observada na região.

Palavras-chave: socioeconômicos, áreas semiáridas, produção.

**PERCEPTION OF PRODUCERS WITH RESPECT TO LAND USE AND
TREATMENT FOR THE DEVELOPMENT OF Crop *Agave Sisalana* -
IDENTIDADE TERRITORY SISAL**

SUMMARY

The Sisal crop (*Agave Sisalana*), although it be a main crop in socioeconomic terms, for semi-arid areas especially for municipalities Sisal Identity Territory, has undergone over time by crises and fluctuations in production. Although, it was taken as a spatial dimension of research the Territory of Sisal identity, aiming to: investigate the current conditions of use and management of cultivated areas and.; identify and understand possible factors that is becoming an obstacles to the development and optimization of culture in the region. The methodology used consisted in the data collection (of crop and precipitation in the region) and field campaigns intuited to talk directly with those involved in the production of sisal. The results show that sisal is being grown alongside food crops in small and medium - sized properties, through traditional management techniques being used by producers different criterion in the selection of areas and the material to be planted. The soils can be considered fertile by respondents, but they are not fertilized, not even the return of nutrients removed by the crop. Sisal residues, representing most of the plant, are not properly returned to the fields, and its use is directed to a greater extent for animal feed and fertilizer areas used with other crops. Production data presented is irregular over 44 years, with evidence of low crop productivity in the region, attributed by most producers to drought. We conclude that agricultural limitations of most of the territory soils , coupled with the lack of consensus regarding: the best areas for sisal cultivation, type and quality of plant material for planting and the use of appropriate management techniques, plus the incidence of diseases, is certainly reflected in the low productivity of the observed crop in the region.

Keywords: socio-economic, semi-arid areas, production

1. INTRODUÇÃO

O sisal (*Agave sisalana*) se constitui como a principal cultura em termos socioeconômico, cultivada no semiárido baiano, mais especificamente no Território de Identidade do Sisal. A produção de fibras é um dos grandes responsáveis pela desconcentração espacial do produto interno bruto, pela geração de emprego e renda, que se distribui no preparo da terra, no processo de desfibramento e na geração de empregos no artesanato e na indústria (CUNHA, 2010).

Apesar da importância econômica do *Agave sisalana* para a maioria dos municípios que compõe o Território de Identidade do Sisal, verifica-se ao longo dos anos crises e oscilações na produção. Ao longo de décadas de cultivo na região, verifica-se períodos de apogeu observados na década de 1970, com retrocessos nas décadas seguintes de 1980 e 1990 e novo aumento a partir de 2000, seguido por anos de crescimento e decréscimo dos índices de produção. Observa-se que muito se fala da importância do sisal para a região, porém, escassas são as iniciativas voltadas para obtenção de informações que possibilite o entendimento dos problemas e consolidação de políticas viáveis para melhoria da cultura.

Geralmente, os problemas verificados na atividade sisaleira são atribuídos apenas a variável preço, atraso tecnológico e às condições climáticas, sendo negligenciada ou mesmo desconsiderando a aptidão agrícola dos solos, a forma de implantação dessa cultura, a seleção das áreas para o plantio, os tratamentos culturais, que estão sendo empregados no seu cultivo e beneficiamento; bem como a vulnerabilidade dos ambientes semiáridos, marcados por características naturais complexas e altamente heterogêneas em relação à chuva, ao solo e a vegetação (MONTEIRO, 2012). Neste caso, os processos de degradação do ambiente e do solo estão associados à ação antrópica, através do mau uso dos recursos naturais para ocupação e sobrevivência (MELO FILHO & SOUZA, 2006).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou investigar as condições atuais de uso e manejo das áreas cultivadas com o sisal na tentativa de

entender e identificar possíveis fatores que vem se constituindo como maiores entraves ao desenvolvimento e otimização da cultura do sisal na região.

1. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da área de estudo

O recorte espacial escolhido engloba os municípios de Araci, Barrocas, Biritinga, Candeal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijingue, Retirolândia, Santaluz, São Domingos, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente; pertencentes ao Território de Identidade do Sisal (Figura 1).

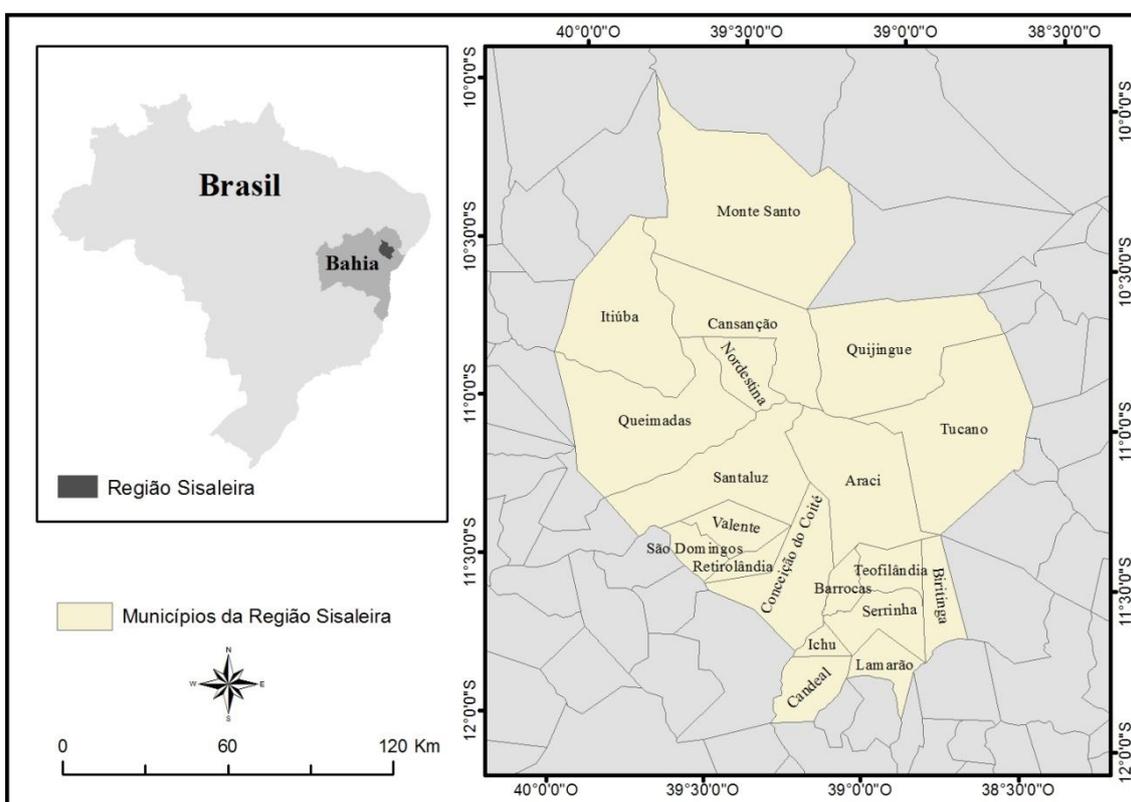


Figura 1 - Localização dos municípios do Território de Identidade do Sisal.

Fonte: Elaborado com base nos dados da SEI, 2003.

O Território abrange uma área com extensão de 20.454,32 km², representando 3,6% da área total do Estado da Bahia (SEI, 2011) e localiza-se na mesorregião geográfica do Nordeste Baiano, com exceção do município de

Itiúba, que encontra-se na mesorregião Centro Norte Baiano (SEI, 2011). A região está inserida no domínio morfoclimático semiárido, compreendida entre as coordenadas 09°46'18" a 12°11'23" de Latitude Sul e 38°06'09" a 40°24'52" de Longitude Oeste (CERQUEIRA; VALE, 2012).

O tipo climático predominante nos municípios é o semiárido, com exceção para os municípios de Barrocas, Ichu, Lamarão, Serrinha e Teofilândia, onde destaca-se o clima subúmido a seco (SEI, 2011). As médias anuais de temperatura encontram-se entre 23,6° e 24,9°, e precipitação pluviométrica anual entre 333,5 mm (em Quijingue) e 942,4 mm (em Barrocas, Ichu, Lamarão e Teofilândia) (SEI, 2011). De acordo com Silva (2013), essa precipitação pluviométrica é periódica e irregular, concentrando 70% das chuvas em apenas dois ou três meses do ano.

A vegetação característica do referido território, encontra-se associada a Estepe (caatinga), onde predomina uma fitofisionomia marcada por árvores de pequeno porte, espaçadamente distribuídas, entremeadas por cactáceas bem individualizadas por seu porte colunar, ou pela expressiva ocorrência de palmeiras. Utilizando a presença de palmeiras como critério de separação de unidades, pode-se identificar duas subformação, a saber: estepe arbórea aberta com palmeira e estepe arbórea aberta sem palmeiras (BRASIL, 1983). Além das estepes arbóreas abertas, é possível constatar a presença de unidades arbóreas densas, sem palmeiras, embora com menor representatividade na área de estudo. Apesar das condições desfavoráveis causadas pelos fatores relacionados à semiáridéz, a agricultura e a pastagem compõem com as unidades supracitadas a vegetação dessa área.

Em relação aos aspectos geológicos, pode-se inferir, tomando como referência o mapa de geodiversidade de CPRM (2010) que o Território em questão está inserido em unidades que compreendem o complexo Santaluz, Caraíbas, Barreiras, Rio Itapicuru (unidade vulcânica máfica), Ilhas, São Sebastião, Marizal, Brotas, Depósitos Aluvionares, dentre outras de menor ocorrência. Onde se destacam rochas como granito, granodiorito, gnaisse-granulítico, monzonito, mármore, ortogranulito, dentre outras.

A geomorfologia de acordo com os dados levantados por BRASIL (1983) é composta predominantemente pela unidade compreendida pelo Pediplano Sertanejo, onde persistem as superfícies de aplainamento, inserido no Domínio

do Escudo Exposto, englobando porções emersas da plataforma, constituídas de antigas cadeias estabilizadas desde o pré-cambriano, que em decorrência do tipo de deformação sofrida durante vários ciclos tectônicos, foram atingidas por intensa erosão responsável por ter consumido os complexos de rochas metamórfico-ígneas e salientar encaves afetados por graus de metamorfismos mais baixos. Ainda de acordo com a fonte supracitada, graças à tendência positiva dessas áreas, a ablação lenta e constante foi favorecida, promovendo o desenvolvimento de superfícies de aplainamento, que devido a sua morfologia, características de zonas climáticas semiáridas, insere-se na Região da Depressão Sertaneja.

Tendo em vista as condições geoambientais da região em estudo, pode-se verificar grande variabilidade da cobertura pedológica do Território do Sisal, que apresenta solos com grau desde insipiente de formação até os mais evoluídos e maduros, onde destacam-se os Planossolos (62,90%), Neossolos (25,96%), Latossolos (8,13%), Vertissolos (1,88%), Argissolos (0,76%) e Luvisolos (0,37%).

Dentre os solos pouco a moderadamente desenvolvidos, destaca-se os Planossolos, Luvisolos, Vertissolos e Neossolos. Os planossolos, de maior ocorrência na região, são solos rasos a pouco profundo, possuem drenagem imperfeita, geralmente apresentam alta capacidade de troca de cátions e elevada saturação por base (JACOMINE, 1996). As maiores limitações desse solo, relaciona-se as altas concentrações de sódio trocável, abaixo da superfície, más condições físicas (presença de horizonte endurecido, pouco permeável e da estrutura geralmente colunar) (MELO FILHO; SOUZA, 2006).

Os Luvisolos cobrem uma área inferior a 1% do Território, e se constituem como solos normalmente pouco profundos, variando de bem a imperfeitamente drenado, de caráter eutrófico, com alta saturação por base. Uma das principais limitações desses solos refere-se à consistência que varia de muito a extremamente dura, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular das culturas (EMBRAPA, 2008).

Os Vertissolos são solos pouco profundos, variando de imperfeitamente a mal drenado, apresentam caráter eutrófico, com altos valores de soma de bases, saturação por bases e CTC (PRADO, 2011). Estando suas maiores limitações relacionadas às condições físicas com lenta permeabilidade e

capacidade de expansão e contração da massa de solos, tornando-o endurecido quando seco e pegajoso quando molhado.

Os Neossolos, de acordo com Jacomine (1996) são solos pouco desenvolvidos, com características físicas, químicas e mineralógicas que variam de acordo com o material de origem. Podendo ser muito rasos a profundos, não hidromórfico, excessivamente drenado, com boa reserva de nutrientes a solos pobres. Estando as maiores limitações a depender das características específicas de cada área a fatores referentes à profundidade, drenagem e disponibilidade de nutrientes.

Solos mais evoluídos a exemplo dos latossolos e argissolos representam 8,8% dos solos da área de estudo. Os Latossolos predominantes são os vermelhos-amarelos, sendo estes profundos, bem drenados, poroso, variando de distróficos ($v < 50\%$) a eutrófico ($v \geq 50\%$). Suas maiores potencialidades refere-se às propriedades físicas (JACOMINE, 1996), no caso específico do sisal, a profundidade quando associada ao caráter eutrófico, pode representar fator importante para o desenvolvimento radicular das plantas em profundidade. Os argissolos, por sua vez, são solos com profundidade variável, forte a imperfeitamente drenado, forte a moderadamente ácido, com saturação por base alta ou baixa (EMBRAPA, 2008). A depender das condições locais, a baixa fertilidade natural e a acidez elevada podem constituir limitações para fins agrícolas (EMBRAPA, 2008).

2.2 Avaliação da ocupação e do uso do solo com a cultura do sisal

Para avaliação da ocupação e uso do solo, procedeu-se do levantamento bibliográfico, visando obter dados referentes a cultura do sisal e condições de precipitação pluviométrica da região. E campanhas de campo, envolvendo a aplicação de formulários estruturados a produtores e associação.

2.2.1. Entrevistas: tamanho e parâmetro de amostragem

Visando uma melhor compreensão das formas de ocupação e uso dos solos na região, foram realizadas entrevistas informais, as quais procederam - se da solicitação de informações diretamente aos sujeitos da pesquisa

(produtores e representantes de associações e sindicatos). Para tal, foram realizadas campanhas de campo que ocorreram entre os meses de Abril á Agosto de 2014, período em que houve a aplicação de formulários estruturados.

A aplicação dos formulários foi direcionada a produtores da região que ainda trabalham com o cultivo do sisal. Por meio da amostragem estratificada, foi possível estabelecer o número de produtores a serem entrevistados em cada município, utilizando-se a proporção do número de estabelecimentos agropecuários, por não haver registro exato do número de produtores que trabalho com a cultura do sisal. Assim, estabeleceu-se o percentual de 1% (levando em consideração a representatividade, viabilidade econômica e o tempo) a ser amostrado do total de estabelecimentos agropecuários do Território, tomando como referência os dados levantados pelo IBGE (2010). Ao estabelecer-se o número total de propriedades a serem amostrada na totalidade da área de estudo, propôs-se uma distribuição de amostragem diferenciada para cada município, levando em consideração a área plantada, por fim, realizou-se 269 entrevistas.

Como em campo constatou-se que nos municípios de Biritinga e Lamarão não havia propriedades com plantio do sisal, estabeleceu-se nesses municípios diálogo com produtores que deixaram de cultivar o sisal, e com funcionários da prefeitura representando o setor da Secretaria de Agricultura. Além dos produtores, foram entrevistados representantes da Associação de Desenvolvimento Sustentável e Solidário da Região Sisaleira (APAEB) por ser uma das maiores organizações envolvidas diretamente com a cultura do sisal.

Os parâmetros definidos a serem levantados em campo, foram: caracterização do produtor e da propriedade (área, forma de aquisição, organização); uso do solo e sistema de produção (principais cultivos, com ênfase para o levantamento de informações sobre o cultivo do sisal, plantio, área escolhida para o cultivo do sisal, tratos culturais empregados, mão de obra utilizada, processo de comercialização, dentre outros); principal fonte de renda e; entraves para o desenvolvimento regional da cultura do sisal.

Após o levantamento das informações em campo, procedeu-se a tabulação dos dados e a elaboração dos gráficos em planilhas eletrônicas, para

uma posterior interpretação e sistematização das informações, fazendo uso da estatística descritiva, para melhor organizar e representar os dados.

2.2.2 Levantamento de dados referentes à cultura e precipitação da área de estudo

Com o intuito de comparar as informações dadas pelos produtores a respeito da produtividade da cultura na região, foram levantados dados sobre a produção e o clima local. Os dados referentes à série histórica das variáveis, área plantada, área colhida e produção, correspondente ao período de 1970 a 2013, foram obtidos de levantamentos realizados pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia (EMATER – BA) e, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, através do contado direto com agentes de Salvador e do Rio de Janeiro, que encaminharam dados via email, e por meio do site IBGE/SIDRA (2014 e 2015).

De posse das informações, procedeu-se a seleção e organização dos dados de interesse em planilhas eletrônica, onde se obteve a produtividade por meio da relação entre produção e área colhida, e a posterior elaboração de gráficos e tabelas, com intuito de favorecer uma melhor visualização do comportamento dessas variáveis ao longo do período analisado.

Além dos dados de produção, procedeu-se a busca em séries temporais da variável climática precipitação, para que fosse possível a investigação da relação entre precipitação e produtividade. Para tanto, selecionou-se em um primeiro momento os postos pluviométricos do Estado da Bahia, nos bancos de dados do Sistema de Informações Hidrológicas disponibilizado pela Agência Nacional de Água (ANA) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Devido às lacunas nos dados diários, mensais e anuais, proveniente da ausência de observador, falhas nos mecanismos de registro, perda das anotações ou das transcrições dos registros pelos operadores e encerramento das observações (OLIVEIRA *et al*, 2010), houve necessidade da realização de uma seleção criteriosa dos postos pluviométricos a serem usados, bem como dos anos, uma vez que a existência de falhas nos dados inviabilizou a utilização de todos os anos que acompanhasse os da série de produção.

Os dados das estações da Bahia e dos estados limites foram exportados para planilha eletrônica, onde procedeu-se a organização da série anual, observando as lacunas nas informações. Assim, foram selecionadas, a princípio, 74 estações disponibilizadas pela ANA, as quais após análise da consistência dos dados foram reduzidas a 17, ficando no final apenas 10 estações aptas para uso, destas, extraiu-se dados do período de 1970 a 1983. No site do INMET, houve a princípio seleção de 28 estações, das quais utilizou-se apenas 26 (duas estações apresentaram falhas nos dados correspondentes a seis e sete anos consecutivos) referentes ao período de 1993 a 2012 (Figura 2).

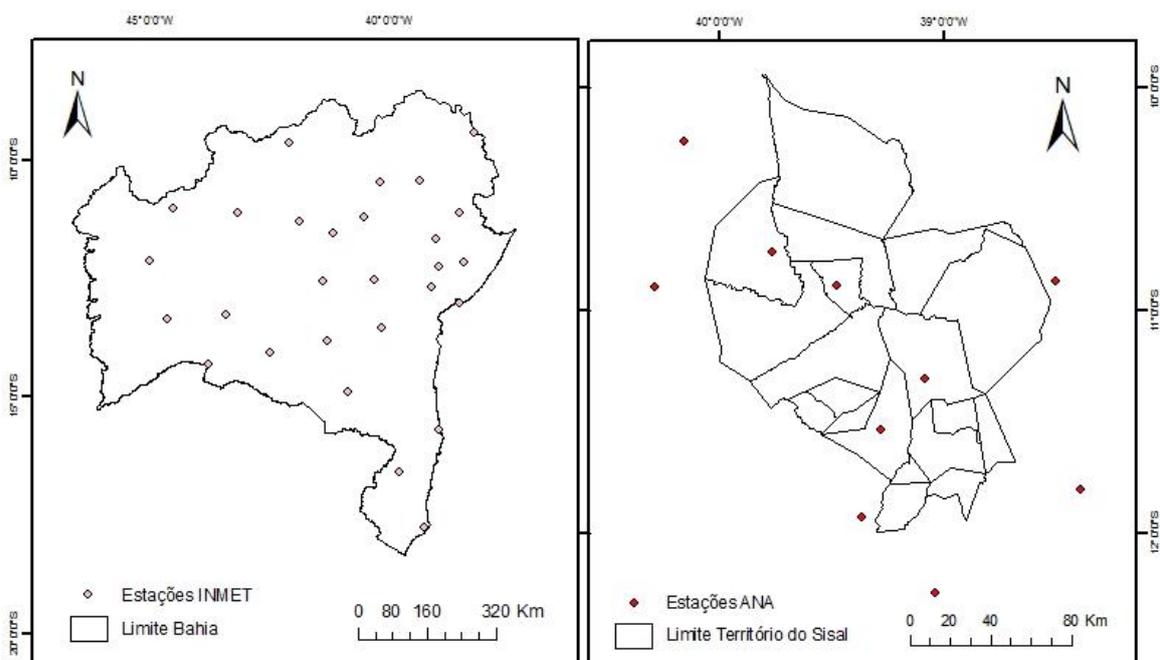


Figura 2 - Distribuição das estações utilizadas para levantamento dos dados de precipitação
Fonte: Elaborado com base nos dados do INMET e da ANA.

Após a seleção e organização dos dados, montou-se uma tabela no Software ArcGIS 9.0, para que fosse possível a realização da interpolação, realizada por meio do método da krigagem. De acordo com Jimenez & Domecq (2008) os métodos de interpolação são usados com a finalidade de avaliar a variabilidade espacial de um determinado atributo, baseado em dados amostrais situados numa localidade de interesse. No caso específico do presente estudo, objetivava-se levantar dados de precipitação dos 20 municípios, a partir dos dados de precipitação das estações presente nos municípios pertencentes ao Território do Sisal e dos municípios vizinhos.

Elaborou-se mapas de interpolação, dos quais, foram extraídos os dados referentes aos valores de precipitação anual dos municípios, correspondente aos períodos de 1970 – 1983 e de 1993 a 2012.

A normalidade dos dados, condição exigida para a realização de muitas inferências válidas a respeito de parâmetros analisados (CANTELMO; FERREIRA, 2007), foi testada pelo método de Shapiro Wilk, no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM). Esse método fornece o parâmetro valor de prova (valor-p, p - valor ou significância), que pode ser interpretado como a medida do grau de concordância entre os dados e a hipótese nula (H_0), sendo H_0 correspondente à distribuição normal (LOPES, *et al*, 2013).

Após a comprovação da normalidade dos dados e sua significância, em nível de 5% probabilidade, utilizando técnicas de regressão linear simples, determinou-se R^2 (coeficiente de determinação) (Figura 3) e calculou-se a correlação entre os dados de produtividade agrícola do sisal e os dados anuais de precipitação. Para representar a relação entre precipitação e produtividade, produziu-se, gráficos de barra e dispersão no programa Excel, representativos das condições anuais, visando observar a tendência e variabilidade dos dados.

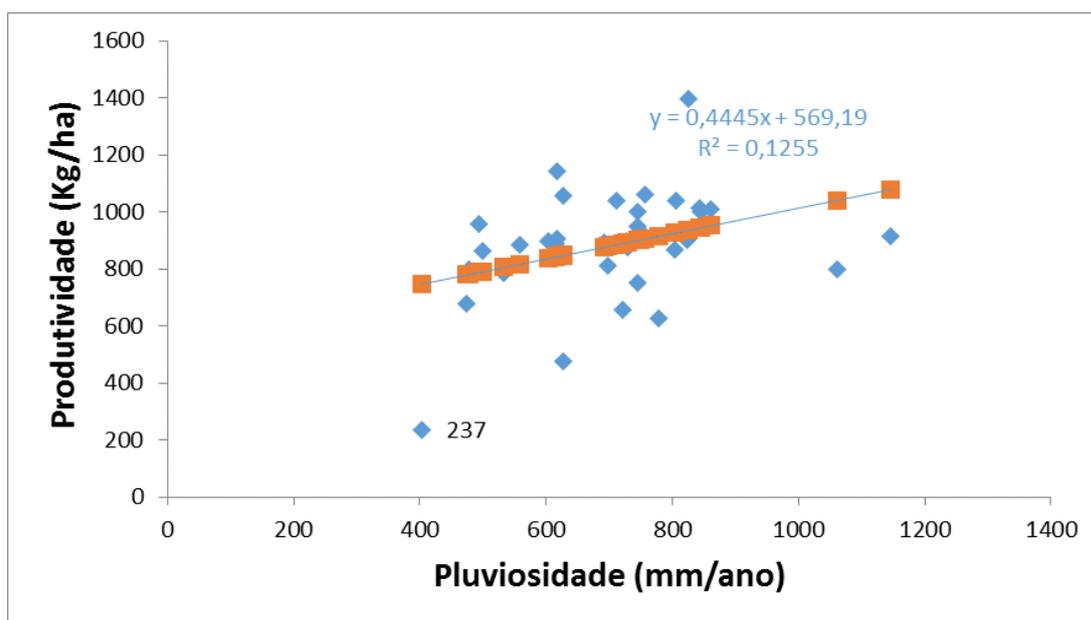


Figura 3: Regressão linear simples

De acordo com Souza & Galvani (2010) o coeficiente de correlação indica o grau de intensidade da correlação (variando de + 1 caracterizando uma relação direta e -1 relação inversa) entre as variáveis e o sentido dessa

correlação. Os autores salientam que, valores iguais ou próximo a 1 indicam forte relação entre as variáveis, já valores próximo de zero indica a existência de pouca relação entre as variáveis. O coeficiente de determinação por sua vez, pode ser interpretado como a proporção da variação total da variável dependente que é explicado pela variação da variável independente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 269 entrevistados, constatou-se que 58% cultivam o *Agave sisalana* há mais de 21 anos (Figura 4). Desse percentual, 12% se voltaram diretamente ao trabalho com o sisal na década de 1970; geralmente, dando continuidade ao trabalho nos terrenos que lhes foram deixados como herança, fato que pode explicar a ocorrência de campos com mais de 30 anos.

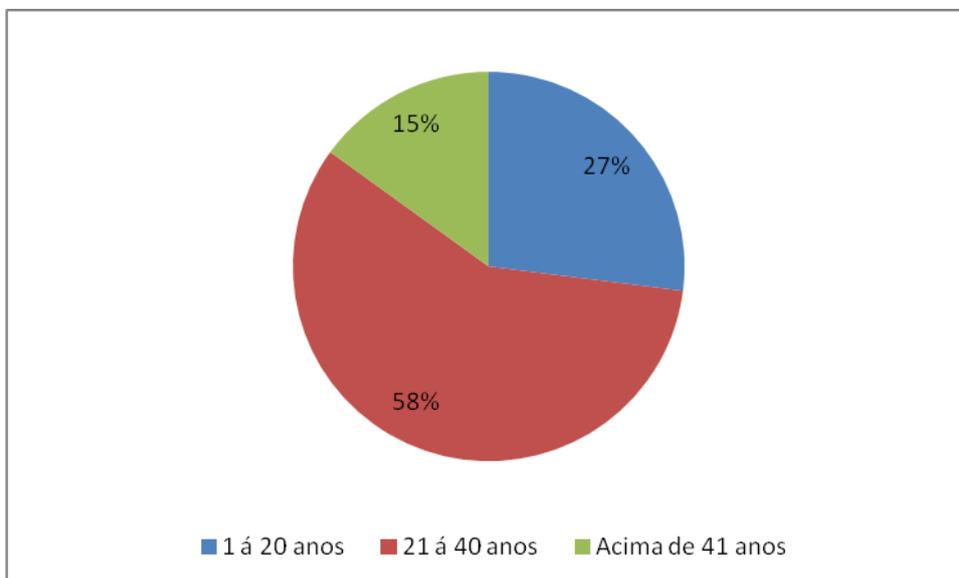


Figura 4 - Anos de trabalho com o cultivo do sisal por produtores do Território

Embora os relatos da maior parte dos produtores tomem como ponto de partida a década de 1970, dados da literatura evidenciam que a expansão da cultura do sisal ocorreu na região a partir de 1939/40 no Estado da Bahia, com tendência de crescimento observada a partir de 1946; onde, municípios como Santaluz, Conceição de Coité e Monte Santo despontavam com grande participação na produção, juntamente com outros municípios (PINTO, 1969), não pertencentes à área de estudo. Ao longo das décadas de 1950 e 1960,

outros municípios se inserem no ciclo produtivo do sisal, e passa a ter nessa cultura apoio para a economia local, a exemplo de Itiúba, Queimadas, Valente, Araci, Retirolândia, dentre outros.

De acordo com 74% dos entrevistados, o interesse pelo cultivo do sisal partiu de motivações econômicas, sobretudo a possibilidade de geração de renda. É comum ouvir dos produtores que o sisal é a única opção em épocas de seca, servindo tanto como meio de obtenção de renda como de alimento para os animais. Este aspecto favoreceu a expansão da cultura do *Agave sisalana* ao lado de cultivos como o feijão, o milho e a mandioca, em áreas com dimensões variadas, refletindo a estrutura fundiária bastante peculiar dos municípios da área de estudo, marcada pela presença de minifúndios e pequenas propriedades. Como pode ser observada na figura 5, 24% das propriedades encontra-se na faixa de 1 a 10 hectares o que está associado, sobretudo, a forma de aquisição do terreno, marcada em sua maioria por herança, perfazendo 50% das propriedades entrevistadas, seguida por compra 44% e 5% de outras formas de aquisição.

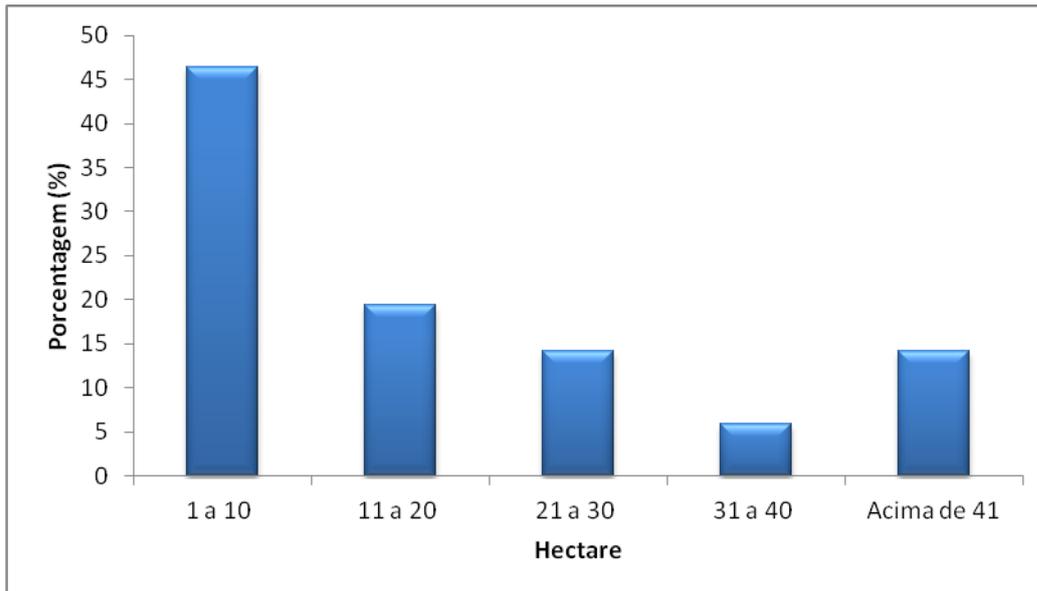


Figura 5 - Tamanho das propriedades que cultivam o sisal no Território do Sisal, Região Semiárida da Bahia.

O diálogo com os sujeitos da pesquisa, evidenciou que a incorporação do sisal ao lado de outras culturas de subsistência com período de colheita mais curto, garantiu o progresso espacial da lavoura sisaleira na área de

estudo, com magnitude e grau de importância econômica diferenciada entre os municípios. Para municípios como Lamarão, Biritinga, Ichu e Candéial, dentre outros, o sisal de acordo com os entrevistados não encontrou condições para se desenvolver, seja por questões de ordem econômica (falta de incentivos/infraestrutura) ou ambientais. Sendo bastante comum, por exemplo, ouvir dos moradores de Lamarão que o município não é propício ao cultivo do sisal, por ser constituído por terreno branco (arenoso). Fatores que segundo os entrevistados podem explicar a baixa participação desses municípios na produção do Território do Sisal, onde estão inseridos, provavelmente por questões políticas.

Nos demais municípios foram encontrados ao longo das campanhas de campo, maior número de propriedades cultivando o sisal, com a atividade sisaleira se configurando como importante fonte de renda. Em termos de área plantada, no Território destacam-se os municípios de Conceição do Coité, Santaluz, Valente, Retirolândia e Queimadas (IBGE, 2013), que conseguiram consolidar o cultivo do sisal como importante elemento da base de renda, mantendo a hegemonia ao longo de anos. Nos municípios circunvizinhos o sisal figura como elemento complementar ou suplementar a renda municipal; tendência que se observa desde a década de 1970 (período tomado como referência de análise), tomando como referências os dados disponibilizados pelo IBGE.

Ao analisar o comportamento da área plantada e produção do sisal a nível de Território, considerando o período de 1970 a 2013 (Figura 6), nota-se que essas variáveis tem comportamento proporcional, de modo que a redução/aumento na área colhida interfere nos números da produção. Apesar de haver irregularidades e oscilações nos dados, observa-se períodos com considerável pico de produção, como nos anos de 1973/75, 1985/86, 1989, 1999/2000, 2006, 2008 a 2011.

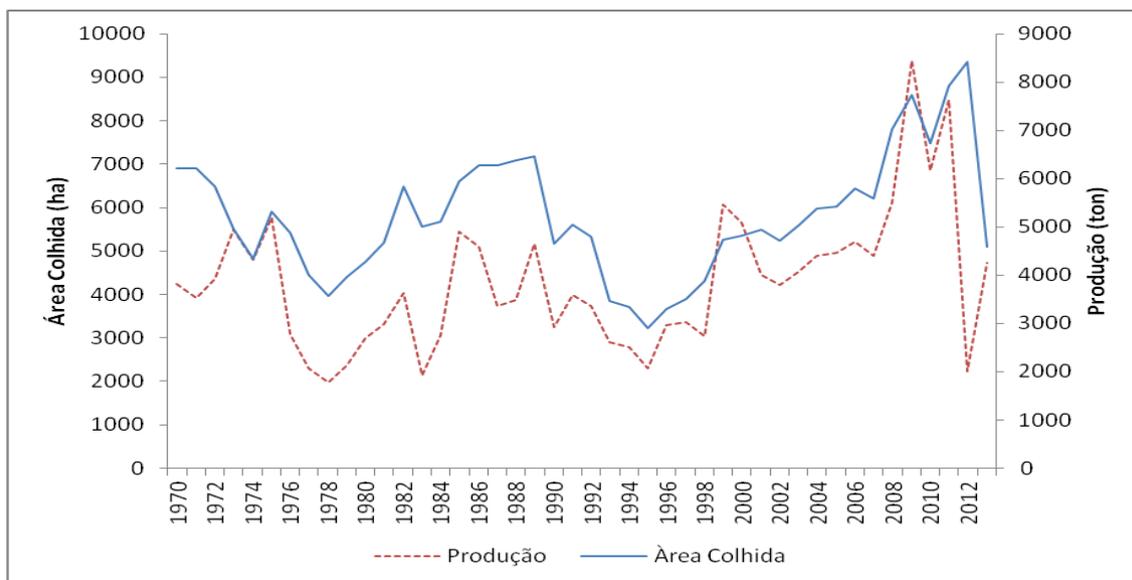


Figura 6: Área colhida e produção do sisal, período de 1970 - 2013

Fonte: Elaborado com base nos dados do IBGE/PAM.

Trabalhos referentes a esse período, que evidenciem os fatores responsáveis pelos picos de produção e pelas reduções verificadas, são escassos, os poucos existentes, fazem considerações genéricas a nível estadual e nacional, atribuindo ao fator preço e condições climáticas os maiores pesos na determinação de períodos de crises ou apogeu da produção.

Em termos de produção, 100% dos produtores afirmaram não saber ao certo o quanto produzem anualmente, seja pelo fato de entregar os campos ao dono do motor - responsável por todo processo, que vai do corte das folhas até a venda da fibra no mercado, ficando na incumbência final de repassar de 15% a 30% ao proprietário do campo - ou por não ter um controle/registo da produção. Apesar de não terem registro do quanto produzem, a percepção de 84% dos entrevistados é a de que ocorreu, ao longo dos anos, redução na produção em suas propriedades, e na região como um todo, onde se observa extensas áreas com sinais de abandono. Este fato é atribuído à seca (70,5%), preços baixos (12,8%), a doenças (7,7%), e outros (9%).

Avaliando-se a produtividade da cultura do sisal na região nos últimos 44 anos (período de 1970 a 2013), tomando como referência dos dados do IBGE, observa-se valor médio de 832 kg ha⁻¹, com variações em nível de municípios, onde verifica-se valor mínimo de 100 e máximo de 2844 kg ha⁻¹. Os valores relativamente baixos encontrados para essa variável, chama atenção ao

consideramos o potencial genético de produção dessa espécie, que de acordo com Santos (2011) pode chegar a 2500 Kg ha⁻¹. E se comparada com a média de produtividade do estado da Bahia, que segundo a Embrapa, é de aproximadamente 1200 Kg ha⁻¹, considerada pela mesma fonte como baixa, se levado em consideração à produtividade de outras regiões do Nordeste e, com os valores de produtividade da Tanzânia e Quênia, que superam o índice de 2800 kg ha⁻¹.

De acordo com os produtores entrevistados (70,5%), os baixos valores de produtividade, assim como as oscilações na produção, estão relacionados ao elemento climático precipitação, os demais (29,5%) atribuí ao processo rudimentar de desfibramento e a qualidade do terreno em que a cultura está sendo cultivada.

Ao correlacionar os valores médios da precipitação (mm) com a produtividade (Kg ha⁻¹), é possível observar oscilação nos valores dessas variáveis nos 34 anos considerados (Figura 7), com intercalação de períodos mais chuvosos e mais secos, assim como oscilação na produtividade que varia, predominantemente, entre média e baixa ao longo dos anos. Apesar disso, nem sempre há concordância entre altos ou baixos índices de precipitação com altos e baixos valores de produtividade. Em termos estatísticos, verificou-se que a relação precipitação x produtividade foi significativa a 5%, sendo a normalidade dos dados testada pelo método de Shapiro Wilk. Assim, entende-se que a precipitação exerce influência sobre a produtividade, contudo pelo valor inexpressivo do coeficiente de determinação ($r^2 = 0,1255$) pode-se inferir que há fraca correlação, indicando que outros fatores também estão exercendo influência sobre a produtividade além da precipitação.

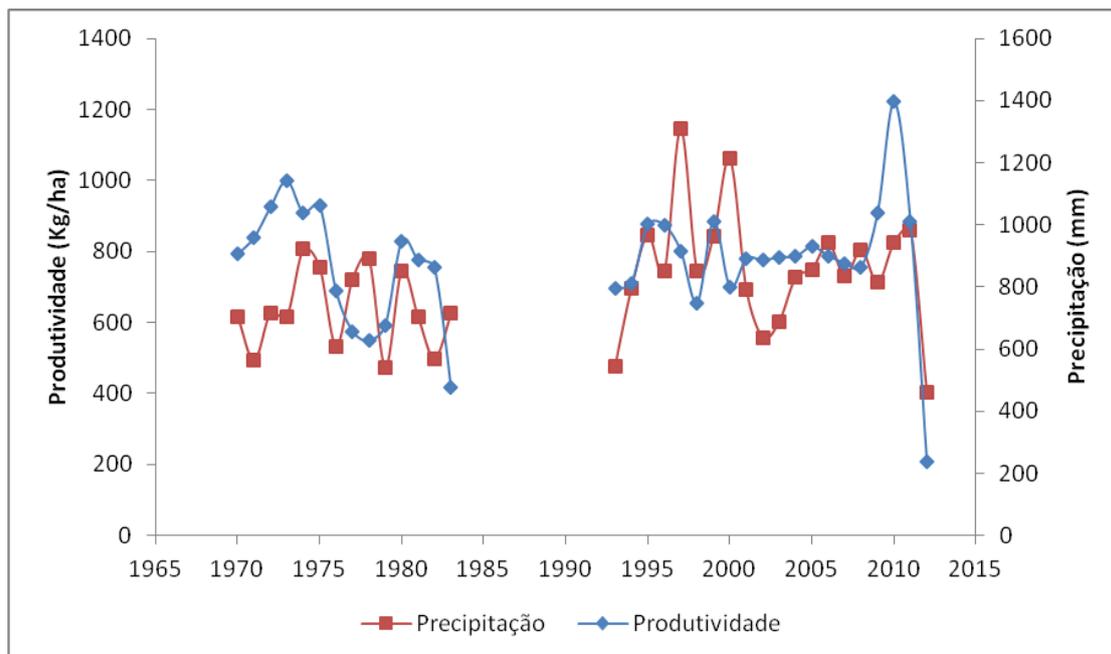


Figura 7 - Comportamento das variáveis precipitação e produtividade no período de 1970 – 1983 e 1993 – 2012.

A observação do comportamento dessas duas variáveis em nível de município varia entre moderada e insignificante, com valores de r na faixa de $-0,03$ a $0,55$, indicando nos casos de correlação positiva, baixo grau de associação entre produtividade e precipitação; e tendência de redução da produtividade em períodos onde se tem maiores valores de precipitação, em municípios com correlação negativa, como no caso de Araci, Candéal, Lamarão, Serrinha e Valente (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores do coeficiente de determinação (r^2) e coeficiente de correlação (r) da relação entre produtividade e precipitação.

Municípios	Modelo	r^2	R
Araci	$y = -0,0503x + 929,17$	-0,03239	-0,03
Barrocas	$y = 0,6927x + 442,34$	0,2949	0,54
Biritinga	$y = -0,2042x + 1005,7$	0,0248	-0,16
Candéal	$y = -0,1004x + 1102,1$	0,0032	-0,06
Cansanção	$y = 0,5929x + 479,28$	0,1899	0,44
Conceição do Coité	$y = 0,4871x + 480,32$	0,1235	0,35
Itiúba	$y = 0,0717x + 767,66$	0,0027	0,00
Ichu	$y = -0,1593x + 1157,8$	0,0092	-0,11
Lamarão	$y = -0,1931x + 1015,7$	0,0114	-0,11
Monte Santo	$y = 0,7679x + 374,88$	0,286	0,53
Nordestina	$y = 0,4948x + 524,75$	0,1426	0,38
Queimadas	$y = 0,4168x + 506,2$	0,1388	0,37

Quijingue	$y = 2,6602x + 468,32$	0,0979	0,34
Retirolândia	$y = 0,4545x + 477,2$	0,1241	0,35
Santaluz	$y = 0,0437x + 889$	0,0004	0,02
São Domingos	$y = 0,3931x + 632,17$	0,0902	0,30
Serrinha	$y = 0,2393x + 1088$	0,0517	-0,23
Teofilândia	$y = 0,1673x + 792,34$	0,0184	0,14
Tucano	$y = 0,8083x + 328,18$	0,2999	0,55
Valente	$y = -0,1412x + 994,79$	0,0028	-0,05

Pinto (1969) ao estudar a influência da lavoura do sisal no Estado da Bahia chamou atenção para o fato de que a seca que atinge a lavoura de subsistência não atinge a lavoura sisaleira. A mesma conclusão foi tirada por Shamte (2000) ao se referir à indústria do sisal na Tanzânia, afirmando que o sisal pode prosperar em condições de seca, e o exemplo disso é que em 100 anos de exploração comercial do sisal na Tanzânia, não houve um ano em que se teve seca para matar plantas de sisal, mas houve anos em que a falta de chuva devastou muitas culturas. Tal fato pode ser explicado pelas especificidades fisiológicas da planta do sisal, com destaque para o metabolismo fotossintético (CAM), desenvolvido para resistir às condições adversas do ambiente, especialmente do clima, representado por temperaturas elevadas do ar (superior a 30°), elevada radiação solar e baixas precipitações pluviais (inferior a 500 mm, com distribuição no tempo, extremamente irregular) (MOREIRA *et al*, 1999).

Assim, entende-se que pelas suas especificidades fisiológicas o sisal, ao contrário de outras culturas, consegue se manter em períodos de seca, contudo observa-se que a escassez de umidade é um dos fatores que pode limitar o desenvolvimento e produtividade dessa cultura, o que já havia sido sinalizado por Ribeiro Filho (1969). Mas, de acordo com estudo realizado por BNB (1959) esta limitação poderia ser contrabalanceada com o fator qualidade do solo e manejo adequado da cultura; vindo a favorecer a otimização da produção, servindo como estímulo para implantação de novas áreas e fortalecimento da cadeia produtiva, principalmente, de municípios que estão substituindo o cultivo do sisal por outras atividades.

3.1 . Uso do Solo

Em geral, na zona rural da região estudada os solos são utilizados, predominantemente, com atividades agrícolas (cultivo de feijão, milho, mandioca, sisal) que ocupa uma área de 22%, pastagem que predomina em 56% da área e, 22% coberto por caatinga (11% do total e 11% das terras não utilizadas) (SOYAGO, 2007). Devido ao tamanho reduzido das propriedades, sobretudo daquelas que se encontra na faixa de 1 a 10 tarefas, para que essas atividades se estabeleçam sobre o solo é necessário que o produtor devaste o bioma caatinga para aproveitar toda a extensão de sua propriedade, plantando de forma indiscriminada sem levar em consideração as aptidões agrícolas dos solos e o fator declividade do terreno, o que certamente contribui com a degradação do solo e, conseqüentemente, com o declínio da produção do sisal.

Questionados sobre os critérios utilizados na seleção das áreas para o plantio (Tabela 2), 55% dos entrevistados afirmam não haver critérios, utilizam as áreas que estão disponíveis. Os 45% dos entrevistados que fazem seleção das áreas, levam em consideração aspectos referentes à qualidade e textura dos solos. Assim, para o cultivo do sisal, tem-se aqueles que selecionam as áreas consideradas as piores (de solos pobres) que não serviria para outra cultura (11,9%); os que selecionam os terrenos pedregosos (9,5%) e aqueles que utilizam os terrenos caracterizados por eles, como de massapé (78,5%) - os quais segundo os produtores são terrenos de barro, de coloração vermelha - De acordo com Pinto (1969), o massapé em geral constitui o melhor solo do Estado da Bahia encontrado no Recôncavo, por essa razão o caboclo designa com o mesmo nome os melhores solos encontrados no interior do Estado.

Tabela 2 - Porcentagem dos produtores que utilizam algum critério para selecionar as áreas a serem cultivadas e principais critérios adotados segundo os produtores.

Seleção das áreas para o plantio	
Utiliza algum critério	
Não	55%
Sim	45%
Critérios adotados	
Solos pobres	11,9%

Solos Pedregosos	9,5%
Solos de massapé	78,5%

Para representantes da APAEB, os solos argilosos são considerados os mais aptos ao cultivo do sisal, sendo enfáticos ao afirmar que: “se você tiver um solo, que nós chamamos aqui de solo vermelho, que é um solo argiloso, ele produz sem interferência, tendo campos de sisal plantados há, em média, 40 anos que produzem normalmente” (G.APAEB, 2014). Pelos relatos dos produtores e observações de campo pode-se concluir que os solos citados referem-se a manchas de Cambissolo Háplico eutrófico, que encontram-se na região em pequenas proporções, geralmente associado a outras classes de solos de maior ocorrência.

Na área de estudo, muitos campos se apresentam como legados deixados pelos pais. Se considerado que um ciclo da planta dura, a depender das condições locais, de 8 a 10 anos (ANDRADE, 2005), pode-se inferir que nestas áreas o sisal é cultivado a 4 ou 5 ciclos de forma ininterrupta, sem os devidos tratamentos culturais, normalmente exigidos pela cultura, à exemplo dos tratamentos relativos aos nutrientes, que não são restituídos ao solo.

Não existe entre os produtores um consenso a respeito de qual seria o solo mais indicado, os quais, de acordo com Amorim Neto & Beltrão (1999) para as condições do Nordeste, seriam os solos “sílicosos e sílico-argiloso” (solos arenosos ou de textura média), soltos e profundos, dotados de calcário, sendo inadequados os solos compactos e úmidos. De acordo com Medina (1954) a drenagem do solo é um dos fatores primordiais a ser considerado para o êxito da cultura, em virtude do sisal ser sensível ao acesso de água. Em relação à acidez do solo, o autor supracitado afirma que dentro de certos limites esse fator parece não ser importante no crescimento da planta.

As classes de solos de maior ocorrência nos 20 municípios estudados são: Planossolos (62,90%), Neossolos Rególitos (12,09%), Neossolos Litólitos (9,45%), Latossolos (8,13%), Vertissolos (1,88%), Argissolos (0,76%) e Luvisolos (0,37%) (Figura 8). Possivelmente, devido à predominância na região, os solos mais utilizados com o cultivo do sisal são os Planossolos e os Neossolos.

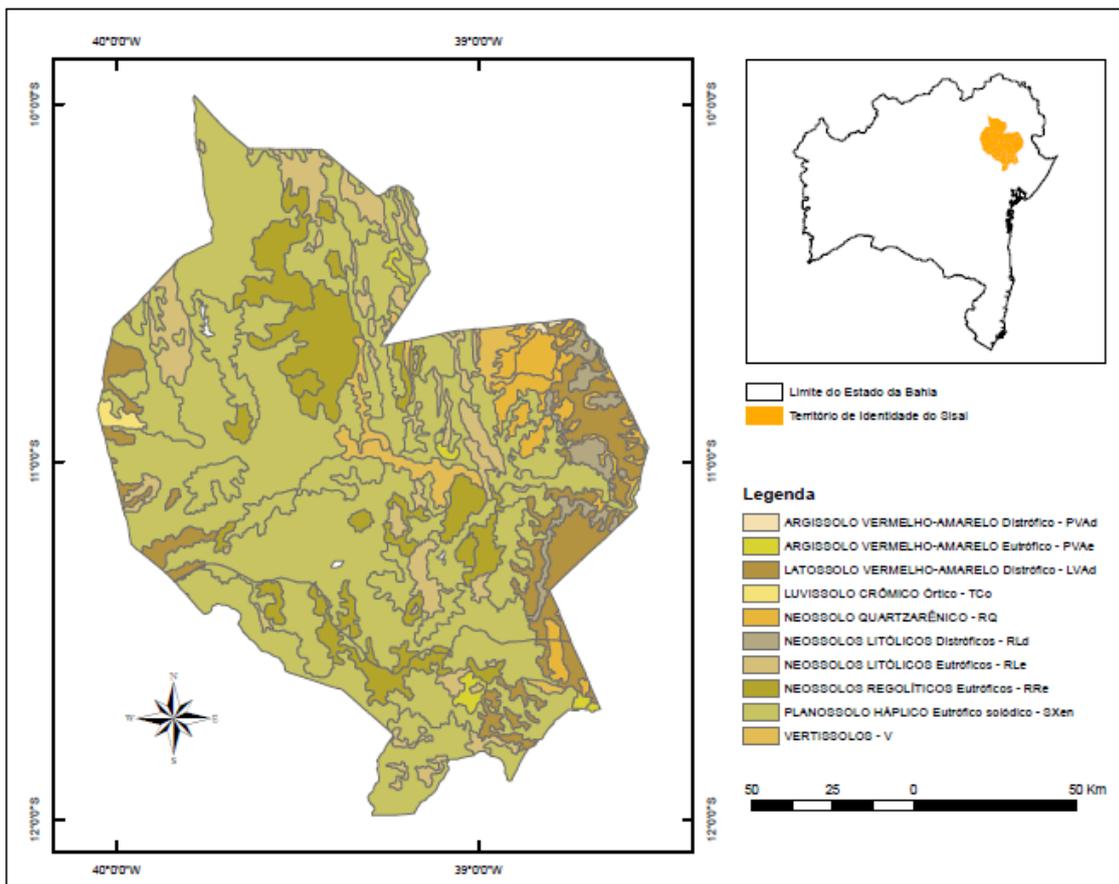


Figura 8 - Mapa de solos do Território de Identidade do Sisal.

Fonte: Elaborado com base nos dados da SEI, 2003.

Os Planossolos correspondem a solos minerais, imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve e que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente (IBGE, 2007).

De acordo com dados de Brasil (1983), na região os Planossolos apresentam teores de cálcio, magnésio e potássio, variando entre baixo e médio³, nos primeiros 50 cm, referente ao horizonte A (arenoso) e altos no horizonte subjacente Bt (argiloso). Mas, neste último horizonte, os altos teores dos nutrientes estão associados a valor de saturação por sódio elevado, o que de acordo com Melo Filho & Souza (2006), representa fortes limitações ao uso agrícola, uma vez que a presença deste elemento leva a más condições físicas (presença de horizonte adensados, pouco permeável) e de estrutura geralmente colunar. Desta forma, a presença da camada endurecida e com

³ Classificação realizada com base no manual de recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.

elevada saturação por sódio (13%) impossibilita que a planta se desenvolva de forma satisfatória e explore o horizonte B deste solo, fato que limita a profundidade efetiva do mesmo.

Os Neossolos caracterizam-se como solos pouco evoluídos e sem qualquer tipo de horizonte diagnóstico. Apresentam exígua diferenciação de horizontes, com individualização de horizonte A seguido de C ou R e características herdadas do material originário (Embrapa, 2013).

Na região, de acordo com Brasil (1983), os Neossolos podem apresentar-se rasos (Litólicos) ou mais profundos (Regolítico). O Neossolo Litólico apresenta valores considerados muito bons para os teores de cálcio, magnésio e potássio e altas CTC e saturação por base; estando as maiores limitações desse tipo de solo associado a pouca profundidade, onde o contato lítico se constitui como barreira física para o crescimento do sistema radicular da planta. No caso específico do sisal, considerando o fato de que as raízes penetram pelo menos até uma profundidade de 60 cm (BNB, 1959), esse solo não seria o mais indicado para o cultivo. Enquanto que o Neossolo Regolítico, apesar de mais profundo, apresenta valores de cálcio, magnésio e potássio, variando de muito baixo a médio, fato que associado com a textura arenosa se constitui como limitação ao uso para o cultivo do sisal, que é exigente nesses nutrientes.

Por se mostrarem pedologicamente mais evoluídos, profundos, com fertilidade variando de média a alta e apresentar maior capacidade de retenção de água os Luvisolos, Argissolos e Latossolo poderiam ser considerados os mais indicados para o cultivo do sisal na região, apesar de presentes em menor proporção.

Considerando as características e principais limitações desses solos, pode-se inferir, que 88,86% da área do Território do Sisal apresenta solos com restrições ao cultivo do *Agave sisalana*, seja ela de ordem química e, ou física.

3.2. Manejo da Cultura

No que se refere ao manejo e preparo dos solos para o cultivo, 100% dos entrevistados afirmam ter se baseado em técnicas tradicionais, caracterizada pela derrubada e queimada de espécies arbóreas da caatinga,

com intuito de limpar o terreno para o plantio. Observa-se que na maioria das propriedades os produtores não adotam sistema de espaçamentos em fileira dupla ou simples, sendo o plantio realizado de forma aleatória. Em relação aos tratos culturais para manutenção dos campos ao longo dos ciclos, verifica-se áreas em situação de abandono, sendo efetuada apenas a extração da fibra.

É expressiva a incidência da vegetação nativa que aos poucos retorna aos seus lugares e passa a dividir espaço com o sisal (Figura 9), acarretando no sobreamento da cultura. Moreira *et al* (1996) ao investigar o declínio do sisal no Nordeste Brasileiro em 1996, já apontava o sobreamento da cultura devido a incidência da vegetação como fator responsável pela redução da produtividade e empecilho para recuperação de inúmeras lavouras.



Figura 9 - Campo de sisal dividindo espaço com vegetação nativa no município de Ichu.

De acordo com Alves *et al* (2005), o manejo adequado dos campos de sisal por meio da limpeza e destoca (erradicação de filhotes) é um dos fatores imprescindível, para a elevação da produtividade. O que é explicado pelo mesmo autor pelo fato de a cultura do sisal ser bastante sensível, de modo que, a presença de plantas invasoras assim como filhotes em campo, gera uma

competitividade por água, luminosidade e nutrientes, acarretando redução no desenvolvimento das folhas, refletindo na produção da fibra.

Parcela significativa dos produtores entrevistados (82,2%) não faz uso de máquinas para arar ou gradear o terreno antes do plantio, sendo essa etapa caracterizada ainda pelo trabalho braçal. Este elevado percentual está associado, segundo os produtores, ao fato das áreas destinadas ao plantio do sisal apresentarem dimensões reduzidas, muitas vezes localizadas em regiões com fortes declividades, sobre terrenos pedregosos, e, sobretudo ao custo do uso dessas máquinas que inviabilizaria o plantio.

Neste caso, o cultivo mínimo pode ser considerado como fator positivo para a conservação do solo na área cultivada, uma vez que as características do ambiente local, tais como: clima semiárido, caracterizado por baixa pluviosidade, elevada evapotranspiração, altas temperaturas; vegetação nativa (caatinga) e, ou cultivada (sisal), com baixa densidade populacional e baixo potencial de cobertura do solo; solos predominantemente rasos, superficialmente arenosos, pouco agregados, pobres quimicamente e com baixos conteúdos de matéria orgânica, como os encontrados nos estudos desenvolvidos por BRASIL(1983), potencializam os problemas com erosão e consequente degradação dos solos na região.

Em relação à época e material a ser plantado, verifica-se que não há consenso entre os produtores (Figura 10 - a). Para 35% dos entrevistados o período chuvoso seria o mais indicado, por facilitar o manejo da terra e não deixar que as mudas murchem, 33% considera o período seco como mais indicado, por manter o solo livre do encharcamento que poderia levar ao apodrecimento da muda, e 32% afirma que não existe um período específico para o plantio, podendo esse, ser realizado em qualquer época. A esse respeito, Silva *et al* (2008) afirma que nas condições do Nordeste a época mais adequada para o plantio é antes da estação chuvosa, o mesmo autor, salienta que alguns aspectos devem ser levados em consideração ao selecionar as mudas (rebentos) como: a maturidade da planta mãe, tamanho (recomenda-se mudas com 40 a 50 cm), idade e diâmetro (8 a 12 cm) do bulbo, ressaltando que a planta mãe deve ser sadia.

No que diz respeito ao material usado para o plantio, verifica-se que 100% dos entrevistados utilizam os rebentos (mudas) que nascem ao redor da

planta mãe. Os que fazem seleção das mudas representam 58% (Figura 10 - b) dos entrevistados, os quais afirmam levar em consideração aspectos referentes à “beleza” e tamanho. Os 42% que não fazem seleção das mudas, afirmando que plantam as que têm disponíveis no momento, independente de tamanho e sem levar em consideração o estado de maturidade da planta mãe e seu estado de sanidade.

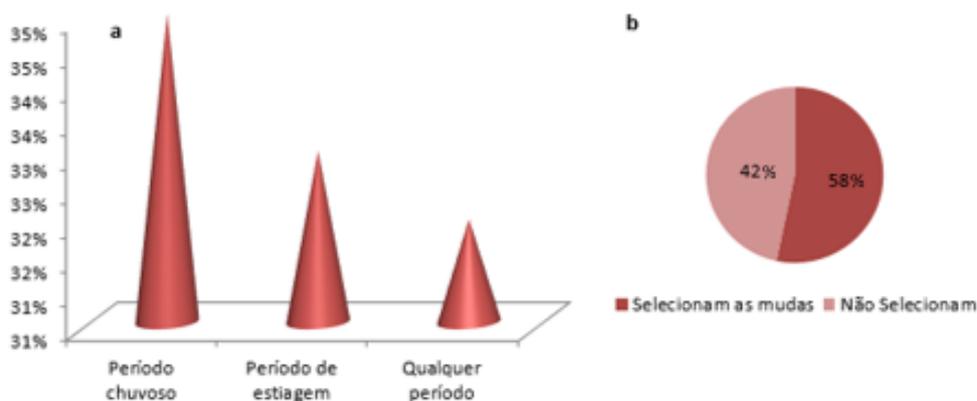


Figura 10 – a Melhor época para iniciar o plantio **b** - seleção das mudas por produtores da região sisaleira da Bahia.

Por não haver critérios específicos na escolha do material a ser utilizado no plantio, é bastante comum verificar campos de sisal desuniformes, tanto no que diz respeito aos tamanhos das plantas, quanto nas épocas de corte.

No que se refere à escolha da área para implantação da cultura 100% dos entrevistados afirmam que não atende nenhuma especificação técnica, assim como para a escolha dos solos. De acordo com Silva *et al* (2008) a área escolhida deve apresentar elevações suaves, devendo ser evitados terrenos com forte inclinação, ao menos que sejam usadas práticas de conservação.

Aspectos referentes as exigências nutricionais da cultura e reposição de nutrientes ao solo são desconsiderados por 70% dos entrevistados, que acreditam não haver exigências. Neste aspecto, é comum ouvir em diversos discursos que seus sucessivos ciclos sobre uma determinada área, proporciona melhoria do solo. Como se o sisal tivesse a capacidade de “renovar a terra”. O que de acordo com Ramalho Filho (1967) não procede, pois o “sisal é uma planta exigente e depauperadora do solo”.

Como exemplo, pode-se verificar valores referentes à quantidade de nutrientes retirados do solo pelo sisal (Tabela 3), apresentados por um estudo realizado pelo BNB em 1959, onde ao discorrer sobre o quão exigente e depauperadora é a cultura do sisal, propôs uma comparação entre as quantidades de nutrientes retirados do solo pela cultura do sisal (produção de 1 tonelada) com os retirados pela cultura da mandioca (produção de 10 toneladas).

Tabela 3 - Quantidade de nutrientes retirados pelo sisal, para produção de uma tonelada de fibra/ha/ ano e retirados pela mandioca com uma colheita de 10 toneladas.

Elementos Nutritivos	Quantidades Kg/há	
	Sisal	Mandioca
Nitrogênio (N)	44	15
Fósforo (P ₂ O ₅)	27	8,5
Potássio (K ₂ O)	70	5,5
Cálcio (CaO)	118	
Magnésio (MgO)	53	6,5*

* Valor representando os teores de cálcio e magnésio. Fonte: BNB, (1959).

Trabalhos mais específicos no sentido de evidenciar possíveis alterações nas propriedades físicas e químicas do solo ao longo dos ciclos de sisal, considerando a grande quantidade de nutrientes retirado do solo, são escassos no Brasil. Na Tanzânia, Hartmeink & Wienk (1995) estudando a fertilidade de solos compararam as características químicas de solos submetidos a dois e três ciclos de sisal, que nunca receberam adição de fertilizantes, com dados de solo sob vegetação de floresta (Tabela 4). As análises demonstram que todos os parâmetros de fertilidade do solo foram maiores no solo de floresta e menores após três ciclo de sisal.

Tabela 4 - Características químicas de solos sob vegetação de floresta e cultivados com dois e três ciclos de sisal.

	Terra virgem		2 ciclos de sisal		3 ciclos de sisal	
	0 - 20	30 -50	0 - 20	30 -50	0 - 20	30 -50
pH (H ₂ O)	6.2	5.7	5.7	5.2	5.2	5.1
pH (KCl)	5.7	4.4	4.5	4.0	4.0	4.0
C orgânico (%)	2.1	0.9	1.7	0.6	1.7	0.6

N (%)	0.19	0.08	0.13	0.05	0.14	0.06
C/N	11	11	13	12	12	10
P (Bray I) (mg Kg)	3	1	2	1	3	1
Ca (mmolc Kg)	68	23	32	18	13	9
Mg (mmolc Kg)	26	21	16	10	5	3
K (mmolc Kg)	5	4	6	3	1	<0.05
CEC (NH ₄ OAc pH 7) (mmolc Kg)	125	105	117	98	88	60
Saturação por base (%)	80	54	48	32	21	20
Al (mmolc Kg)	0	0	0	5	9	10
Saturação por Al (% CEC)	0	0	0	5	10	17

Fonte: HARTMEINK: WIENK, 1995

Esses valores evidenciam a redução da fertilidade do solo, com os sucessivos ciclos dessa cultura. Pinto (1969) salienta que o sisal além de ter alta pressão osmótica, tem também forte capacidade de penetração vertical de suas raízes, absorvendo os nutrientes do solo.

Os dados apresentados acima, associados ao comentário de Pinto (1969) reforçam as observações feitas por Alves *et al* (2005) ao chamar atenção para o fato de que a manutenção da cultura do sisal por anos consecutivos é responsável pelo esgotamento dos solos e conseqüente queda de produtividade, além de tornar as plantas mais vulneráveis a pragas e doenças.

Desta forma, os dados apresentados contrariam o que afirma os produtores e representantes das associações, ao considerar que a manutenção da cultura por sucessivos ciclos não promove o empobrecimento nutricional do solo. É comum ouvir relatos da existência de campos de 40 a 50 anos, que de acordo com os produtores foi plantado uma única vez, sem uso de corretivos e adubos, e depois de sucessivos ciclos, o pé mãe morre ficando o pé filho já apto para ser colhido.

Dos entrevistados, 98,9% afirmam não utilizarem fertilizantes nos campos de sisal. Desse percentual, 70% desconsideram as exigências nutricionais do sisal e consideram os solos como forte o suficiente para suportar sucessivos ciclos sem adição de fertilizantes, e 28,9% dos produtores atribuem a não utilização do fertilizante ao custo, que seria acrescido à produção, inviabilizando financeiramente tal prática.

Uma alternativa para a redução nos custos com o uso de fertilizantes para manutenção da fertilidade do solo na região poderia ser o retorno ao solo

dos resíduos da cultura. Mas, na maioria das propriedades observa-se que os resíduos do sisal, (em média representando 95% da planta, segundo SILVA *et al* (2008)), acabam sendo utilizados para outros fins (Figura 11), tais como: alimentação de animais, adubação de outras áreas que são cultivadas com o feijão, o milho e hortaliças e em menor proporção para adubação dos campos cultivados com o sisal.

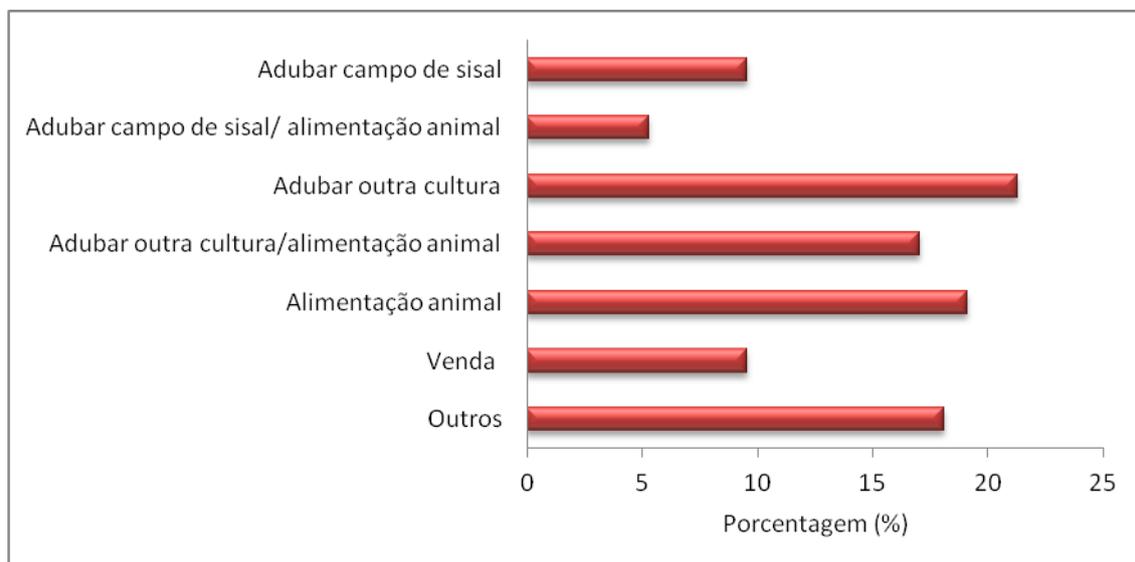


Figura 11 - Percentual do destino final dos resíduos da produção de sisal no Território.

Sobre a restituição dos resíduos ao campo o BNB (1959) afirma que:

“a cultura do sisal apresenta vantagens se restituírem ao campo os restos da cultura e do beneficiamento da fibra, chegando mesmo a tornar mais fértil o solo, pois com esse procedimento os elementos nutrientes se acham em forma mais assimilável pelas plantas, e se melhora em geral a estrutura física e bioquímica dos solos.”

Como as folhas são constituídas de apenas 3 a 5% de fibra aproveitável, é possível considerar que os 95 a 97% restante contém grande parte dos nutrientes que são extraídos anualmente pela cultura (SILVA *et al*, 2008), que acabam não retornando ao solo, principalmente pelo fato do produtor considerar que o sisal não é exigente. As atenções acabam sendo desviadas para outras culturas consideradas mais vulneráveis frente às condições de

intempéries da região. Associado a isso, 28% dos entrevistados alegam que o custo para promover a restituição dos resíduos ao longo dos campos seria elevado, sendo melhor vende-los ou deixar apodrecerem amontoadas no campo (Figura 12).



Figura 12 - Resíduos do sisal empilhado na área de cultivo.

Ao longo dos trabalhos de campo, foi possível observar que nas áreas onde o sisal é cultivado, o que fica são os troncos e os rebentos que vão surgindo (quando esses não são consumidos pelos animais). O que já havia sido sinalizado há 56 anos atrás pelo BNB (1959) como um problema, ao considerar a restituição de uma percentagem pequena de nutrientes por meio dessa prática. O mesmo estudo apresenta dados demonstrando que boa parte dos nutrientes, principalmente, fósforo, cálcio, magnésio e potássio, são restituídos ao solo quando os resíduos retornam para a área cultivada, a depender do procedimento utilizado.

Segundo o autor, melhores resultados serão obtidos, se forem restituído ao solo tanto os resíduos provenientes do beneficiamento como os restos deixados no campo (troncos e rebentos). Como na maioria das propriedades

isso não acontece, pode-se inferir que há um crescente déficit desses nutrientes nos solos cultivados durante várias décadas com sisal.

A cultura do sisal além de ser fonte de renda, é utilizada como alimento para o rebanho, principalmente nos períodos marcados por estiagem. Em 99% das propriedades esse material não passa por nenhum processo de tratamento antes de ser consumido pelos animais. Silva *et al* (1999) chama atenção para o fato de que quando utilizado na forma natural para alimentação, alguns critérios de separação devem ser adotados pelo fato desse material apresentar grande quantidade de fibra (bucha) e suco (seiva), podendo causar problemas aos animais. Dentre os produtores entrevistados, apenas 1% utiliza critério de separação da mucilagem da bucha, utilizando um equipamento conhecido como peneira rotativa (Figura 13 - a), desenvolvida pela EMBRAPA.



Figura 13 - a - separação da mucilagem da bucha animal. **b** - forragem pronta para alimentação animal.

Além do aproveitamento dos resíduos do sisal, outra prática que vem sendo apontada como viável por estudos realizados pela Embrapa de acordo com Alves *et al* (2005) é o plantio consorciado com outras culturas ou com atividades de caprino-ovinocultura.

Em campo foi possível observar que dos entrevistados apenas 44% realizam tal procedimento, cultivando o sisal em consorcio com o capim e com a criação de caprinos, ovinos e bovinos. Sendo o sisal cultivado de forma isolado em 56% das propriedades.

O consórcio com culturas de subsistência como o feijão, mandioca, milho, dentre outros, não foi observado em nenhuma das propriedades, fato que é explicado pelos produtores pela idade avançada dos campos, uma vez que, o consórcio com essas culturas é realizado geralmente nos primeiros anos do ciclo do sisal e pela própria organização do plantio que não atende aos critérios de espaçamentos para que essa prática seja favorecida. Para Alves (2005), o consórcio contribui com o aumento da produtividade da terra, e com o seu aproveitamento de forma racional e integrado, se configurando como alternativa no fornecimento de outras fontes de alimentos, rateando custos com as capinas e reduzindo a incidência de doenças.

3.3. Orientações técnicas e incidência de pragas e doenças

Questionados sobre os principais problemas verificados na cultura do sisal e sua associação com o uso intensivo do solo por sucessivos ciclos, tendo em vista as práticas de manejo que vem sendo adotadas e a não utilização de sistema de rotação de cultura, 100% dos produtores afirmam não haver problema referentes às questões supracitadas, nem mesmo no que se refere à queda no rendimento da cultura.

A falta de consenso e até de conhecimentos sobre questões fundamentais ao pleno desenvolvimento da cultura do sisal, pode ser reflexo da forma como essa cultura foi incentivada e abraçada pelos produtores, sem o mínimo de orientação técnica. Questionados sobre o atendimento por meio de assistência técnica e, ou financeira, 73,1% dos entrevistados afirmam não contar com nenhum tipo de assistência, 11,8% conta com assistência técnica e 15,1% já foram atendidos com algum tipo de assistência (Figura 14).

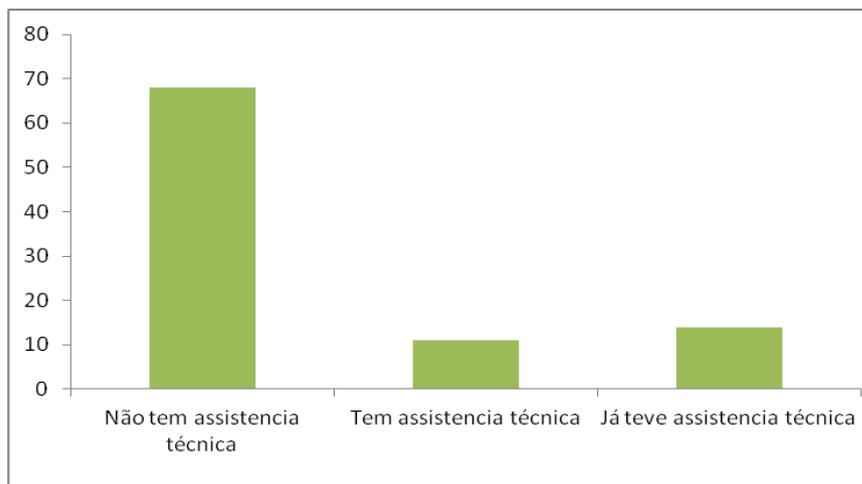


Figura 14 - Situação das propriedades em relação à assistência técnica e/ou financeira.

De acordo com os produtores que são, ou já foram atendidos a assistência técnica é ou foi prestada por agentes da APAEB, EBDA e pelos Sindicatos Rurais. A assistência financeira foi resultado de programas governamentais, como por exemplo, o programa de replantio, coordenado pela APAEB, que disponibilizaram mudas e uma quantia em dinheiro para renovação dos campos de sisal. Em relação a esse programa, os contemplados entrevistados ao longo das campanhas de campo alegam que o dinheiro não foi suficiente e que a maior parte das mudas acabou morrendo, não havendo a partir de então mais contato com os técnicos.

Os produtores que possuem propriedades com grandes extensões, questionam os critérios utilizados na escolha do produtor a ser contemplado com programas governamentais e com assistência técnica. Em relação à escolha do produtor e realização da assistência técnica a APAEB (2014) estabelece que o primeiro passo para que o produtor possa ser contemplado é possuir o NIS (Número de Identificação Social), a família deve estar enquadrada no Cadastro único, o que indica que a família é de baixa renda. Segundo passo, é possuir o DAP (Declaração de Aptidão ao Pronaf) e terceiro é que seja um agricultor que tenha perfil para adotar práticas agroecológicas e de sustentabilidade em sua propriedade. Os proprietários que não atendem a esses critérios precisam procurar outros meios, para conciliar o seu saber empírico com o saber técnico científico e outras formas de financiamento para manutenção e, ou renovação dos seus campos de sisal.

No discurso dos produtores que contam com orientação técnica ou que de alguma forma tiveram contato com técnicos, foi possível perceber certa resistência em aplicar na prática as novas técnicas, rever seu modo de fazer e de lidar com a cultura. Essa resistência se deve ao fato de a maioria dos produtores já trabalharem a algumas décadas com a cultura do sisal, acreditando ter mais conhecimento do que os técnicos, considerados jovens sem experiências e ao fato de os mesmos, não estarem convencidos das implicações das práticas inadequadas utilizadas atualmente.

Durante o trabalho de campo ficou evidente a resistência dos produtores em aceitar e seguir as orientações técnicas, principalmente, quando questionados sobre os problemas verificados nos campos de sisal. Em relação a este quesito, 85% dos produtores apontam como sendo a morte da planta o principal problema enfrentado por eles. Desse percentual, 48% identifica como causa da morte a podridão vermelha. Apesar de apontar a podridão vermelha como causa principal da morte do sisal, os produtores desconsideram as orientações técnicas voltadas para o manejo adequado da doença, principalmente aquelas referentes à esterilização do material, usado para cortar as folhas, com intuito de evitar a transmissão da doença para outras plantas, e a necessidade de queimar as plantas com incidência da doença.

A podridão vermelha há alguns anos vem se constituindo como sério agravante para o desenvolvimento dos campos de sisal. Causada pelo fungo *Aspergillus Níger* (COUTINHO *et al*, 2006) responsável por promover o amarelecimento e murcha das folhas, que passam a não servirem para o desfibramento e aproveitamento das fibras, e a morte das plantas sintomáticas com o progresso da doença (SÁ, 2009).

Em relação à suscetibilidade das plantas a doença, Coutinho *et al* (2006), afirma que na região sisaleira, são mais suscetíveis a podridão do tronco quando debilitadas por estresse hídrico, nutricional ou resultantes de tratamentos culturais inadequados, como a não eliminação do número de excesso de rebentos, ao redor da planta, concorrendo para o enfraquecimento da planta-mãe, em função da competição excessiva de plantas, e o corte excessivo de folhas durante a colheita. O mesmo autor salienta, que embora não exista tratamentos curativos para a podridão do tronco do sisal, algumas

medidas preventivas podem ser implementadas no manejo da doença. O que não foi verificado em campo.

Chama atenção à falta de conhecimento de uma parcela dos produtores acerca da podridão vermelha, nesse aspecto observou-se que para 36,5% dos entrevistados não existem problemas para o sisal causado por uma doença específica. Mas sim, pela seca que vem assolando a região, promovendo a elevação da temperatura do solo, que acaba “escaldando” as raízes, fazendo com que a planta fique amarela e morra. Como argumento, os produtores são enfáticos ao afirmar que se o problema fosse gerado pela doença, ocorreria também em período em que a seca não fosse tão intensa na região. Além disso, alguns produtores atribuem a morte do sisal a uma espécie de “largata” e outros a baratas, “que danifica o miolo da planta e a leva a morte” (Figura 15).

A respeito da incidência da doença, Abreu (2010) ao estudar 46 áreas da Microrregião de Serrinha, constatou que em 100% dos municípios em que essas áreas estavam distribuídas, houve evidências de plantas contaminadas; com forte tendência de aglomeração das áreas com maior incidência nos municípios de Araci, Valente, Retirolândia, São Domingos e Conceição do Coité; municípios com grande participação na produção do Território de Identidade do sisal.



Figura 15 - Morte da planta causada, segundo o produtor, por uma espécie de barata.

Ao considerar os registros de incidência da podridão vermelha e as considerações feitas pelos produtores, é possível inferir que a região está diante de um cenário preocupante. Apesar da importância econômica do sisal para os produtores dessa região, fatores como a podridão vermelha, que vem assolando o cultivo do sisal há décadas, aliados a outros fatores de cunho estrutural e técnico, vêm promovendo o declínio de muitos campos em diferentes localidades do Território do Sisal. Nesse cenário é fácil observar que os 36,55% de produtores que desconhecem problemas como a podridão vermelha do sisal, somados aos 48 % dos que desconsideram as orientações técnicas, representa um número significativo de produtores que estão gerindo suas culturas sem atender a preceitos de manejo e cuidados fundamentais ao pleno desenvolvimento e a máxima produtividade do sisal na região.

CONCLUSÃO

1. Na região estudada o sisal é cultivado, sobretudo em pequenas propriedades, compondo o uso do solo ao lado das culturas de subsistência e criação de animais, na maioria dos municípios do Território;
2. Desde períodos iniciais de implantação da cultura, o sisal ocupou, preferencialmente, solos (Planossolos e Neossolos) que apresentam fortes limitações, de ordem física e, ou química, ao desenvolvimento da cultura;
3. Apesar de cultivada há décadas na região, em média, a cultura do sisal sempre apresentou baixa produtividade, indicando que as altas produções estão mais relacionadas a ciclos de aumento de áreas plantadas na região, que a melhoria nas técnicas de cultivo;
4. A precipitação é apontada pelos produtores como principal fator que limita a produção do sisal, mas os estudos indicam que fatores como a falta de um zoneamento que indique as áreas mais adequadas ao cultivo de sisal; a falta de conhecimento dos produtores sobre as características e exigências ambientais da cultura, a falta de assistência técnica adequada aos produtores e a ausência, quase que completa, de técnicas de manejo adequadas à cultura podem ser consideradas como causas importantes para a baixa produtividade observada na região.

REFERÊNCIAS

ALVES, O.M; SANTIAGO, E.G; LIMA, A.R. Diagnóstico socioeconômico do setor sisaleiro do Nordeste brasileiro. Fortaleza, 2005.

ANDRADE, W (Org) O sisal do Brasil. Ed Link Propaganda. Bahia, 2005.

BNB (Bando do Nordeste do Brasil). Sisal (Problemas Técnicos). Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. Ceará, 1959.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 24/25 Aracaju/Recife. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983.

CANTELMO, F; FERREIRA, D.F. Desenvolvimento de testes de normalidade multivariadas avaliados por simulação Monte Carlo. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 6, p. 1630-1636, 2007.

CERQUEIRA, M.O; VALE, R.M.C. Domínio morfoclimático semiárido e condicionantes para a desertificação no Território do Sisal (Bahia). Revista Geonorte, Ed. especial, v.2, n.4 p.1433 – 1446, 2012.

CPRM. Geodiversidade do Estado da Bahia. Salvador – Brasil, 2010.

COUTINHO, W. M.; LUZ, C. M.; SUASSUNA, N. D.; SILVA, O. R. R. F.; SUINAGA, F. A. A podridão do tronco do sisal. Campina Grande: Embrapa, 2006.

CUNHA, M.C.F. Análise do processo de gestão de custos dos agentes que compõem a cadeia produtiva da cultura do sisal no Estado da Paraíba. 2010. Dissertação apresentada ao Programa Multi-Institucional e Inter-Regional de Pós Graduação em Ciências Contábeis. João Pessoa – Pb.

EMBRAPA. Solos do submédio do vale São Francisco: Potencialidades e limitações para uso agrícola. Embrapa semiárido. Petrolina – PE, 2008.

HARTEMINK, A.E; WEENK, J.F. Sisal production e soil fertility decline in Tanzania. International Soil Reference and Information Center – ISRIC, 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento da Produção Agrícola Municipal – PAM.
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c+1613>. Acessado em: Março, 2014.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p.95-133.

JIMENEZ, K. Q.; DOMECCO, F. M. Estimação de chuva usando métodos de interpolação. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MEDINA, J. C. O Sisal: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Publicidade Agrícola. São Paulo, 1954.

MELO FILHO, J.F. SOUSA, A.L.V.: O manejo e a conservação do solo no Semiárido baiano: desafios para a sustentabilidade, Bahia Agrícola, 2006.

MONTEIRO, J.F. Avaliação da qualidade do solo em diferentes sistemas de uso e manejo agrícola em ambiente tropical / Joaquim Francisco Monteiro - Cruz das Almas, BA, 2012.

MOREIRA, J.A.N; BELTRÃO, N. E. M; SILVA, O. R.E . Botânica e morfologia do sisal. In SILVA, O. R.E (org.). O agronegócio do sisal no Brasil – Brasília: Embrapa – SPI: Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999.

MOREIRA, J.A.N; SILVA,O.R.F; NETO, M.S.A.BELTRÃO, N.E.M; VALE,L.V; SANTOS,R.F. Declínio do sisal e medidas para seu soerguimento no Nordeste Brasileiro. Campina Grande, 1996.

OLIVEIRA, L.F.C; FIOREZE,A.P; MEDEIROS,A.M.SILVA,M.A.S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental. vol.14 nº 11 Campina Grande, 2010.

PRADO, H. Pedologia fácil: aplicações. 3.ed. ver.ampl. Piracicaba, 2011.

PINTO, M. L. Contribuição ao estudo da influência da lavoura especulativa do sisal no Estado da Bahia. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v.31, nº 3. P 3 -102, 1969.

SAYAGO, D. Diagnóstico do Território do Sisal – EMBRAPA. Brasília, 2007.

SÁ, J.O. Controle biológico da podridão vermelha do sisal (*agave sisalana perrine*) com *trichoderma* spp. E actinobactérias. Tese – Universidade do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas, BA, 2013.

SANTOS, S.L.B. Variabilidade genética em populações de *Agave sisalana perrine* (Agavaceae) detectada pela técnica *Inter Simple Sequence Repeats* (ISSR). Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Universidade Estadual de Feira de Santana, 2011.

SEI, Estatística dos municípios baianos. Salvador: SEI, 2011.V.23,380p.

SHAMTE, S. Overview of the sisal and henequem industry: A producers' perspective, coommon fund for comodites and FAO, Proceeding from the Seminar on alternative aplications for sisal. Rome, 2000.

SILVA, O.R.F; BANDEIRA, D.A; BELTRÃO, N.E.M. Aproveitamento dos Resíduos do desfibramento. *In* SILVA, O. R.E (org.). O agronegócio do sisal no Brasil – Brasília: Embrapa – SPI: Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999.

SILVA, F.S.M. Responsabilidade social e desenvolvimento sustentável da cultura do sisal (Agave Sisalana no Semiárido Baiano). Dissertação – Centro de Pós – Graduação e Pesquisa Visconde do Cairu, Fundação Visconde do Cairu. Salvador, 2008.

SOUZA, I; GALVANI, E. Clima e produtividade da cultura da cana-de-áçucar na Microrregião de Campo Mourão, PR, Sul do Brasil. VI Seminário Latino de Geografia Física/ II Seminário Ibero – Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, 2010.

II CAPÍTULO

MAPEAMENTO DAS ÁREAS CULTIVADAS COM *Agave sisalana* NO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO SISAL

MAPEAMENTO DAS ÁREAS CULTIVADAS COM *Agave sisalana* NO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO SISAL

RESUMO

A estimativa da produção e da área plantada com o cultivo do sisal é obtida por meio de levantamentos realizados por entidades ligadas a órgãos oficiais, por meio de técnicas subjetivas. O presente trabalho objetiva utilizar técnicas de processamento digital de imagens para mapear as áreas cultivadas com sisal visando estimar e avaliar a espacialização desta cultura, nos municípios do Território do Sisal. Para tanto, utilizou-se imagens TM, Landsat 5 adquiridas no site do INPE. De posse das imagens realizou-se a correção atmosférica, georreferenciamento, composição colorida falsa cor, processo de segmentação, mapeamento (área mínima) e gerou-se o índice Kappa. A partir do mapeamento foi possível visualizar a espacialização da cultura nos municípios e estimar a área plantada, a qual apresentou-se discrepante em relação a estimativa obtida pelo IBGE – PAM. Ao longo do processo de classificação observou-se a ocorrência de erros de inclusão de vegetações presentes próximas aos cursos d'água, bem como confusões geradas pela falta de manejo da cultura, que acabou refletindo nos dados registrados pelo sensor. De modo geral foi possível diferenciar o cultivo do sisal das demais formações vegetacionais e estimar a área cultivada em cada município. Para os municípios de Biritinga, Candéal, Ichu, Lamarão, Serrinha e Tucano não houve registro de área plantada, sendo que nos demais a estimativa variou de 118,9 hectare de área plantada no município de Quijingue (menor área plantada levando em consideração apenas os municípios em que houve registro) a 13.244 em Santaluz. Apesar da estimativa levantada por meio do mapeamento apresentar valores menores de área plantada quando comparados aos adquiridos pelo IBGE-PAM, observou-se que foi mantida a tendência dos municípios com maior área cultivada serem os mesmos, como Santaluz, Conceição do Coité e Araci.

Palavras-chave: Estimativa, técnicas, órgãos oficiais, cultura.

MAPPING OF CULTIVATED AREAS *Agave sisalana* IN THE TERRITORY OF SISAL IDENTITY

SUMMARY

The estimation of production and the area planted with sisal cultivation is obtained through surveys conducted by entities linked to official organs responsible, through subjective techniques. This paper aims to use digital processing techniques images to map areas planted with sisal to estimate and evaluate the spatial distribution of this crop in the districts of Sisal Territory. Therefore, it used images TM, Landsat 5 acquired in INPE website. Having the images held the atmospheric correction, georeferencing, false color colored composition, the segmentation process, mapping (minimum size) and led to the Kappa index. From the mapping was possible to visualize the spatial distribution of the cities culture and estimate planted area, which presented itself in disagreement with the estimate obtained by the IBGE - PAM. Throughout the sorting process observed the occurrence of vegetation inclusion errors on close to the watercourses and confusion generated by the lack of crop management, that ended up reflecting the data recorded by the sensor. In general it was possible to differentiate the sisal cultivation of other vegetation formations and estimate the acreage in each municipality. For the municipalities of Biritinga, Candeal, Ichu, Lamarão, Serrinha and Tucano no acreage record in the other the estimates ranged from 118, 9 hectare area planted in the municipality of Quijingue (less acreage considering only the municipalities in which there was record) to 13 244 in Santaluz . Despite the estimate raised by mapping present values of planted area compared to acquired by the IBGE - PAM, it was observed that there was a tendency of the cities with the largest area under cultivation are the same as Santaluz, Conceição do Coité and Araci .

Keywords: Estimation, technical, official organ, culture.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do sisal (*Agave sisalana*) ocupa extensas áreas do semiárido baiano, onde tem papel de destaque na economia de vários municípios, sendo o Brasil o maior produtor e exportador mundial (CUNHA, 2010). De acordo com o IBGE (2013), o Estado da Bahia ocupa o 1º lugar no ranking de Estados produtores da cultura, tendo produzido em 2013, 143.122 toneladas, correspondente a 95,04% da produção da Região Nordeste. Neste cenário, o Território de Identidade do Sisal figura como principal produtor, com produção estimada em 71.039 toneladas, que representam aproximadamente 50% da produção do Estado da Bahia (2013).

Os dados das variáveis de produção são levantados por meio de metodologia apresentada pelo IBGE, mediante o contato estabelecido com técnicos do setor agrícola, com grandes produtores, e ainda, por meio do próprio conhecimento que o agente possui sobre as atividades agrícolas dos municípios ou região onde atua (IBGE, 2002). Essas informações, de acordo com a fonte supracitada são coletadas mensalmente, visando balizar e definir os dados que serão registrados na Produção Agrícola Municipal (PAM). A natureza desse tipo de informação torna as estimativas de safra sujeitas à subjetividade e à imprecisão (JOHANN *et al*, 2012), estabelecendo incertezas a respeito das informações que são geradas.

Com base nessas incertezas, trabalhos com o proposto de mapear as áreas agrícolas, conferindo objetividade aos dados das culturas passaram a ser desenvolvidos com auxílio das técnicas de sensoriamento remoto. De acordo com Florenzano (2002) o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. O advento do sensoriamento remoto e o processamento digital de imagens impulsionaram o mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal (SILVA *et al*, 2010).

As imagens de satélite são vistas como uma forma de documento que representam, em escala e sobre um plano 2D, os acidentes e as feições naturais e artificiais da superfície terrestre, a partir da medição de um processo físico da radiação eletromagnética (MENESES & ALMEIDA, 2012). Torna-se

um produto bastante utilizado no processo de análise da cobertura da terra, contendo informações sobre alvos na superfície que podem ser extraídas através do processo de classificação, o qual se baseia na distinção e identificação de diferentes alvos que possuem comportamentos espectrais diferenciados (MOTTA, *et al*, 2001).

Nessa perspectiva, a identificação e o mapeamento das culturas tornam-se viáveis por meio da utilização de imagens de satélite e o emprego de técnicas oferecidas pela geotecnologia que favorecem o processo de obtenção de dados confiáveis a respeito de área plantada ou sua distribuição espacial, o que é fundamental para direcionar o planejamento e definição de prioridades por parte do poder público e privado envolvido na atividade agrícola (REIS *et al*, 2005). Sendo que, imprecisões nas estimativas podem levar a dimensionamentos falhos, podendo comprometer as ações previstas para a melhoria das cadeias produtivas.

No caso específico do sisal, em que os dados acabam sendo muito impreciso devido à forma como essa cultura se estabeleceu e vem sendo conduzida pelos produtores ao longo de anos, torna-se expressiva, a necessidade de se buscar meios para a realização de levantamentos com caráter mais objetivo, acerca das variáveis de produção dessa cultura, que possa subsidiar políticas públicas de fomento, bem como auxiliar nas questões referentes ao manejo das áreas que estão sendo cultivadas.

Dessa forma, o presente trabalho objetiva mapear as áreas cultivadas com sisal, utilizando técnicas de processamento de imagens, visando estimar e avaliar a espacialização desta cultura, nos municípios do Território do Sisal no Estado da Bahia.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende os 20 municípios pertencentes ao Território de Identidade do Sisal⁴ (Figura 1). Abrangendo uma área com

⁴ O Território de Identidade do Sisal abrange os municípios de Araci, Barrocas, Biritinga, Barrocas, Candel, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo,

extensão territorial de 20.454,32 Km², representando 3,6% da área total do Estado da Bahia (SEI, 2011).

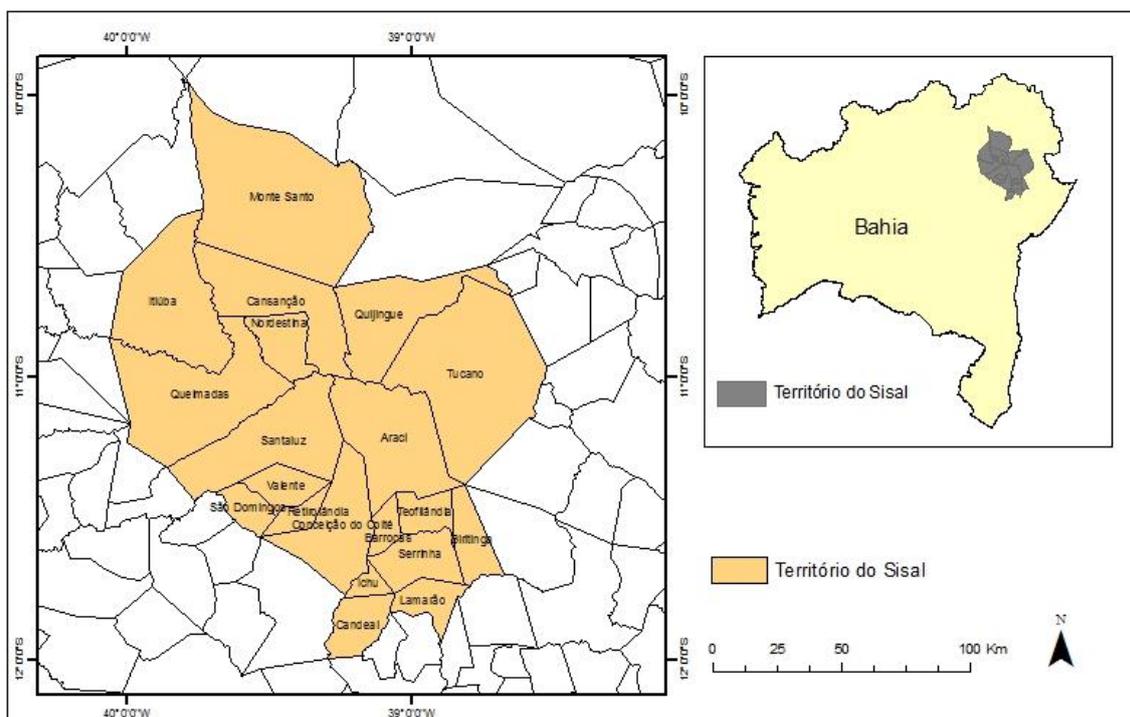


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo
Fonte: Elaborado com base nos dados da SEI, 2003.

Predomina o clima semiárido, com exceção para os municípios de Barrocas, Ichu, Lamarão, Serrinha e Teofilândia, onde destaca-se o clima subúmido a seco (SEI,2011). As médias anuais de temperatura encontram-se entre 23,6° e 24,9°, e precipitação pluviométrica anual entre 333,5 mm (em Quijingue) e 942,4 mm (em Barrocas, Ichu, Lamarão e Teofilândia) (SEI, 2011). De acordo com Silva (2012), essa precipitação pluviométrica é periódica e irregular, concentrando 70% das chuvas em apenas dois ou três meses ao ano.

Em termos geológicos, a área de estudo encontra-se inserida em unidades que compreendem o complexo Santaluz, Caraíbas, Barreiras, Rio Itapicuru, Ilhas, São Sebastião, Marizal, Brotas, Depósitos aluvionários, dentre outros. Onde destacam-se rochas como granito, granodiorito, gnaisse – granulítico, monzonito, mármore e ortogranulito (CPRM, 2010).

A geomorfologia é composta predominantemente pela unidade compreendida pelo Pediplano Sertanejo, onde persistem as superfícies de

Nordestina, Queimadas, Quijingue, Retiroândia, Santaluz, São Domingos, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente.

aplainamento, inserido no Domínio do Escudo Exposto. Englobando porções emersas da plataforma, constituídas de antigas cadeias estabilizadas desde o pré-cambriano, que em decorrência do tipo de deformação sofrida durante vários ciclos tectônicos, foram atingidas por intensa erosão responsável por ter consumido os complexos de rochas metamórfico-ígneas e salientar encaves afetados por graus de metamorfismos mais baixos (BRASIL, 1983).

As condições geoambientais da região favorecem uma cobertura pedológica marcada pela ocorrência de Argissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Planossolos e Vertissolos.

A formação vegetal, encontra-se associada a estepe (caatinga), onde predomina uma fisionomia marcada por árvores de pequeno porte, espaçadamente distribuídas, entremeadas por cactáceas bem individualizadas por seu porte colunar, ou pela expressiva ocorrência de palmeiras (BRASIL, 1983). Além das estepes arbóreas abertas, é possível constatar a presença de unidades arbóreas densas sem palmeiras embora com menor representatividade na área de estudo.

2.2. Etapas do mapeamento

Para o mapeamento das áreas de sisal, procedeu-se da aquisição de imagens. De posse das mesmas, efetuou-se a correção atmosférica, georreferenciamento, aplicação do filtro passa-baixa 3x3, composição colorida, SAVI, segmentação, classificação, AMM, edição do mapa e índice Kappa (Figura 2).

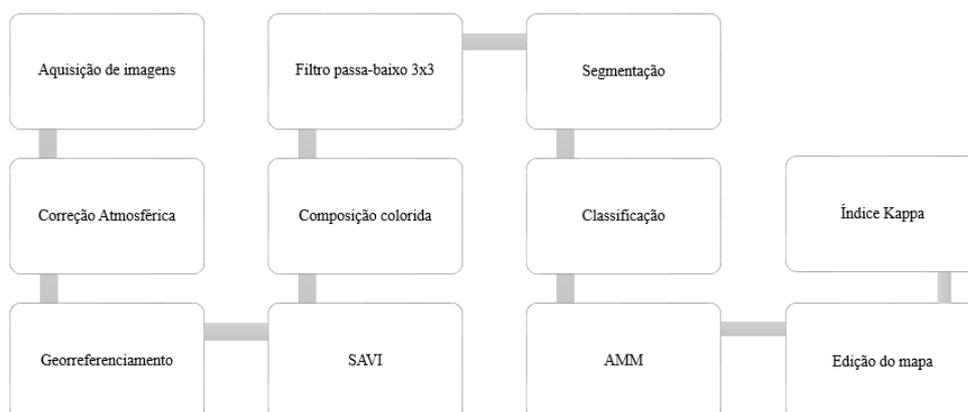


Figura 2 - Procedimentos usados no mapeamento

2.3. Aquisição de imagens

As imagens Landsat 5 TM (Thematic Mapper) utilizadas no mapeamento do cultivo do sisal foram adquiridas gratuitamente através da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2015). Essa página oferece uma série de dados orbitais que podem ser baixados mediante cadastro e busca no catálogo de imagens.

Foram utilizadas três imagens dos anos de 2008 e 2009. A cobertura de nuvens foi o principal parâmetro levado em consideração na escolha das imagens, além é claro, de sua qualidade radiométrica. Outro parâmetro, não menos importante, foi o período em que as imagens foram capturadas, a depender da época do ano (inverno ou verão) a caatinga tende a se tornar mais exuberante, dificultando a identificação de culturas como o sisal, por exemplo.

2.4. Correção Atmosférica

Ao ser considerado o fato de que a atmosfera pode afetar a natureza das imagens. Entende-se que a correção atmosférica torna-se essencial para uma interpretação confiável das imagens de satélite, sem a qual não seria possível estabelecer comparações de um mesmo alvo em diferentes imagens (GREEN et al. 2000).

Dentre as numerosas técnicas que realizam a conversão, a correção atmosférica a partir do uso dos menores valores digitais do histograma, tem sido uma das mais utilizadas. O pressuposto teórico desse método, utilizado na presente pesquisa é denominado de *Dark Object Subtraction*, o qual assume que, cada banda da imagem deveria conter alguns pixels com valores próximos ou iguais a zero. Mas devido aos efeitos do espalhamento atmosférico é adicionado um valor de brilho a todos os pixels da imagem, e as áreas escuras e sombreadas deixam de exibir pixels com valores iguais ou próximos de zero (EASTMAN (2012); MENEZES & ALMEIDA 2012).

Partindo desse princípio, utilizou-se o programa Idrisi Selva 3.2, que disponibiliza um módulo para a correção e calibração radiométrica. A partir de uma série de parâmetros da imagem, como hora e data do momento de

captura da imagem, a elevação do sol, o nome do satélite, e para cada banda, o comprimento de onda médio, *bias* e *gain* (Tabela 1) foi realizado a correção atmosférica das imagens.

Tabela 1: Parâmetros utilizados na correção atmosférica para cada imagem.

Data da passagem	Elevação solar	Hora da passagem	Bandas	Comprimento de onda	Gain	Offset
03.02.2008	569104	12:33:24	1	0,45 - 0,52	0.762824	-1.52
			2	0,52 - 0,60	1.44251	-2.84
			3	0,63 - 0,69	1.03988	-1.17
			4	0,76 - 0,90	0.872588	-1.51
			5	1,55 - 1,75	0.119882	-0.37
			6	10,4 - 12,5	0.0551576	1.2378
			7	2,08 - 2,35	0.0652941	-0.15
01.11.2008	623918	12:25:43	1	0,45 - 0,52	0.762824	-1.52
			2	0,52 - 0,60	1.44251	-2.84
			3	0,63 - 0,69	1.03988	-1.17
			4	0,76 - 0,90	0.872588	-1.51
			5	1,55 - 1,75	0.119882	-0.37
			6	10,4 - 12,5	0.0551576	1.2378
			7	2,08 - 2,35	0.0652941	-0.15
24.09.2009	600.732	12:38:16	1	0,45 - 0,52	0.762824	-1.52
			2	0,52 - 0,60	1.44251	-2.84
			3	0,63 - 0,69	1.03988	-1.17
			4	0,76 - 0,90	0.872588	-1.51
			5	1,55 - 1,75	0.119882	-0.37
			6	10,4 - 12,5	0.0551576	1.2378
			7	2,08 - 2,35	0.0652941	-0.15

O resultado da correção atmosférica pode ser observado na figura 3. Onde, compara - se a imagem bruta (Figura 3 – a) com a imagem corrigida (Figura 3 – b).

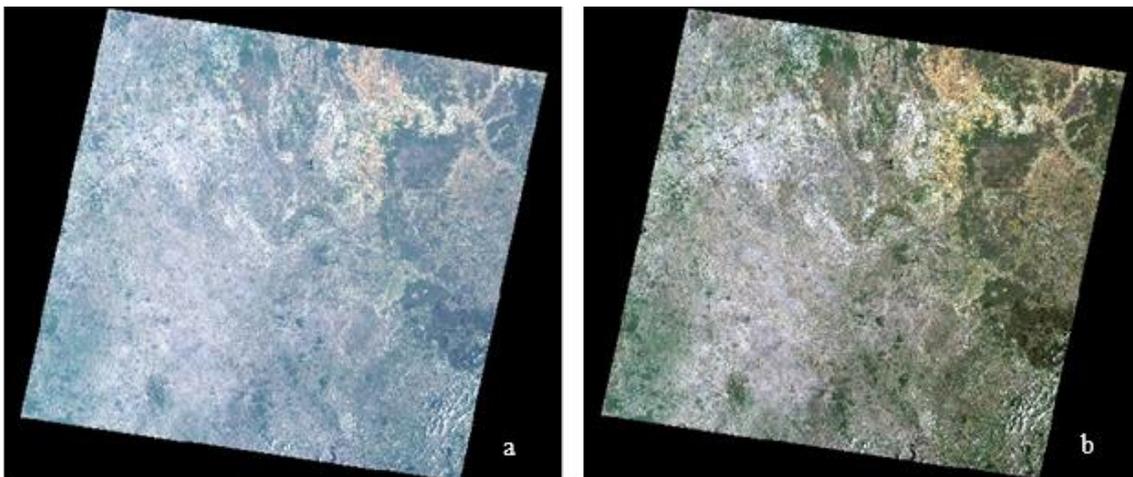


Figura 3 - Imagens do sensor TM/ Landsat 5 submetida ao processo de correção atmosférica. a – imagem bruta e b – imagem corrigida.

2.5. Georreferenciamento das Imagens

O georreferenciamento elimina o erro de posicionamento remanescente do processo de correção geométrica, fornecendo aos arquivos, coordenadas conhecidas num dado sistema de projeção. Isso torna possível identificar e interpretar os pixels através das coordenadas geográficas, tal como se localiza um objeto ou uma feição numa carta topográfica (MENEZES & ALMEIDA 2012).

O método aplicado estabelece relações matemáticas entre as posições dos pixels na imagem e as correspondentes coordenadas desses pixels no terreno, via mapas geometricamente corretos (cartas topográficas) (MENEZES & ALMEIDA 2012). Essa relação matemática é construída a partir de pontos de controle, reconhecidos tanto numa base cartográfica quanto na imagem correspondentemente. A relação entre os dois sistemas de coordenadas (mapa e imagem) é calculada por equações polinomiais de primeiro grau. Este método permite uma precisão elevada dependendo da complexidade da transformação a ser aplicada na imagem e da precisão no posicionamento dos pontos de controle. De acordo com Crósta (1992), esse processo é feito de forma interativa e envolve a identificação de 6 a 10 pontos de controle em uma imagem de 1.000 x 1.000 pixels e no mapa correspondente. Os pontos denominados controle normalmente são feições bem definidas, geralmente de grande contraste espectral em relação aos seus arredores na imagem e facilmente reconhecíveis, tanto na imagem quanto no mapa.

O georreferenciamento foi realizado no módulo *resample*. O processo utiliza equações polinomiais para estabelecer uma transformação "folha de borracha", tornando o *grid* flexível a ponto de poder ser deformado e torná-lo correspondente ao outro *grid* da base cartográfica. O próprio processo cria um novo *grid* construído por um conjunto de equações polinomiais. Essas equações descrevem o mapeamento espacial dos dados do antigo *grid* (entrada) para o novo (de saída).

2.6. Aplicação do filtro Passa-baixa 3x3

Após a aplicação das correções, todas as bandas foram submetidas à aplicação do filtro, que cria um novo arquivo no qual o valor de cada pixel é baseado no seu próprio valor e dos seus vizinhos imediatos.

Com a aplicação do filtro de média foi possível reduzir a variabilidade dos níveis de cinza da imagem e suavizar o seu contraste. Os pixels de valores mais altos que os seus vizinhos foram reduzidos e respectivamente as altas frequências de brilho, conseqüentemente removendo ruídos, e uniformizando os valores de brilho da imagem. Isso porque, geralmente os componentes de baixa frequência representam as características da reflectância dos objetos ou materiais, os ruídos aleatórios, por serem pixels com valores espúrios, representam as altas frequências (MENEZES & SANO 2012). Nesse caso, o filtro reduziu os ruídos presentes na imagem, gerando um padrão mais uniforme das assinaturas espectrais dos cultivos da *Agave sisalana*.

2.7. Composição colorida de falsa cor

As imagens compostas de falsa cor foram criadas através do módulo *COMPOSITE*, que produz como resultado uma imagem composta de 24 bits colorida a partir de três bandas espectrais para análise visual (EASTMAN, 2012). São consideradas composições de falsa cor sempre que as imagens apresentarem alguma informação espectral fora do intervalo sensível ao olho humano.

A composição das bandas 5, 4, 3 (Figura 4), foi utilizada principalmente por diferenciar bem as áreas de solo dos corpos hídricos e principalmente por

ser este o intervalo onde os fatores dominantes que controlam a reflectância foliar se tornam evidentes (JENSEN, 2009). Esses fatores são determinados pelos processos relacionados à atividade biológica da planta e sua estrutura. Ainda segundo Jensen 2009, se considerarmos os intervalos espectrais do infra-vermelho médio, infra-vermelho próximo e vermelho, os fatores passam a ser específicos para cada banda, sendo influenciados respectivamente: pela quantidade de umidade na planta; pelo espalhamento da energia infravermelha no mesófilo esponjoso e; pela presença dos vários pigmentos foliares existentes no mesófilo paliçádico (clorofilas a e b, por exemplo).

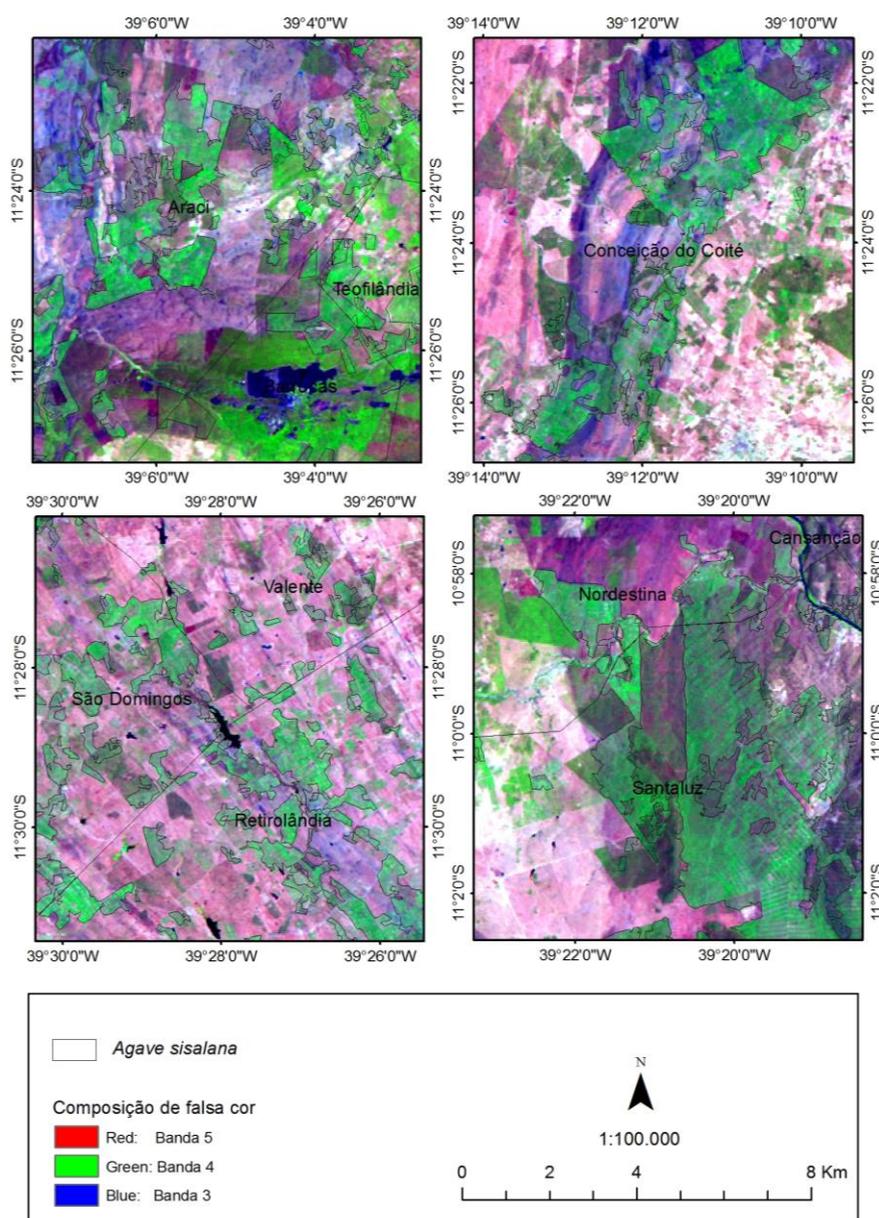


Figura 4 - Composição colorida falsa cor R (5) G(4) B (3) da cena do sensor TM/Landsat 5 e distribuição espacial de áreas de cultivo do *agave sisalana*.

2.8. Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI)

Aplicou-se o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), índice que leva em consideração efeitos do solo exposto, quando a superfície não está completamente coberta pela vegetação (Equação 1).

$$SAVI = \frac{(1 + L_s)(\rho_4 - \rho_3)}{(L_s + \rho_4 + \rho_3)} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: ρ_4 é o fluxo radiante no infravermelho próximo, ρ_3 é o fluxo radiante na região vermelha visível e, L_s é uma constante denominada de fator de ajuste do índice SAVI, podendo assumir valores de 0,25 a 1 dependendo da cobertura do solo. Conforme Huete (1988) um valor para L_s de 0,25 é indicado para vegetação densa e de 0,5 para vegetação com densidade intermediária, quando o valor de L_s for 1 para vegetação com baixa densidade. Se o valor do SAVI for igual a 0, seus valores tornam-se igual aos valores do NDVI. O ρ_3 e ρ_4 são os valores da refletância das bandas 3 e 4 do Landsat 5 TM.

Assim, utilizou-se o fator de ajuste 0,5 no processamento das imagens. Após o processamento, os valores de solo exposto do SAVI (Figura 5), foram usados para identificar e gerar amostras de treinamento com assinaturas espectrais para as áreas sem nenhum tipo de cobertura vegetal.

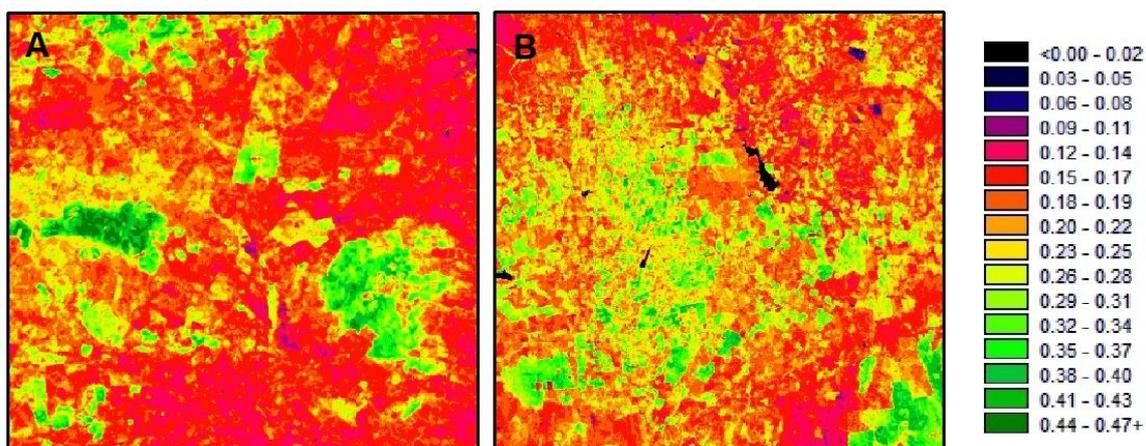


Figura 5 - Cenas de imagens do sensor TM/ Landsat 5 referentes aos cálculos do SAVI para dois municípios. A – Candéala e B – Itiúba.

2.9. Segmentação de Imagens

A segmentação de imagens pode ser entendida como um processo de agrupamento de pixels que possuem valores semelhantes dentro de um intervalo de tolerância (BUITES *et al.* 2012). Esse método de classificação foi escolhido para o trabalho baseado no pressuposto de que em áreas de cultivo da *Agave sisalana* há uma menor variabilidade dos valores dos pixels e um maior contraste com o entorno, do que em outras áreas submetidas a outros usos.

A segmentação das imagens foi realizada a partir do módulo *Segmentation*, e após a realização de alguns testes, o limiar de similaridade foi 60 com uma janela de 3x3 pixels. Em seguida foram criadas as amostras de treinamento a partir das assinaturas agrupadas em segmentos. Esse processo foi realizado a partir do módulo *Segtrain*, que cria arquivos de treinamento a partir de um arquivo gerado pela segmentação. O usuário pode interativamente criar assinaturas e atribuir nomes de classes e IDs diretamente do arquivo de segmentação. Na tabela 2 é apresentada a legenda das classes utilizadas na aquisição das amostras de treinamento.

Tabela 2: Legenda utilizada para construção das amostras de treinamento e seus respectivos identificadores.

Nome da classe	ID
Água	01
Áreas Urbanas	02
Pasto	03
Solos exposto	04
Vegetação Natural 01	05
Vegetação Natural 02	06
Sombra	07
Nuvem	08
Sisal	09

2.10. Classificação Supervisionada de máxima verossimilhança

Após a aquisição das amostras de treinamento, realizou-se a classificação supervisionada através no módulo *Maxlike*. Esse módulo realiza a

classificação de máxima verossimilhança de dados de sensoriamento remoto com base em informações contidas em um conjunto de arquivos de assinatura.

O classificador por máxima verossimilhança (MaxVer) considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos (MENEZES & SANO, 2012). Assume que todas as bandas têm distribuição normal e calcula a probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe específica (INPE, 2008). Segundo Menezes e Sano (2012) é um classificador mais eficiente porque as classes de treinamento são utilizadas para estimar a forma da distribuição dos pixels contidos em cada classe no espaço de n bandas, como também a localização do centro de cada classe.

Como não havia nenhum conhecimento sobre as probabilidades com as quais cada classe podia ocorrer, então foi indicado que as probabilidades fossem iguais para cada assinatura (o padrão). Em seguida foi adicionado o arquivo de assinatura criado anteriormente com o número de classes especificado e seus respectivos pesos.

2.11. Área Mínima Mapeável (AMM)

Aplicou-se um operador matemático de eliminação definindo a Área Mínima Mapeável. A aplicação de sua rotina foi realizada no software arcmap do pacote Arcgis 9.3. A AMM foi determinada como 1 hectare, equivalente à 11 pixels de acordo com a Equação 1.

$$AMMp = AMM / Ap \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

- AMMp = Número de pixels mínimo por região;
- AMM = área mínima mapeável;
- Ap = área do pixel.

Neste, especifica-se:

$$AMMp = 10000 \text{ m}^2 / 900 = 11 \text{ pixels}$$

Para utilizar esse operador no SIG foi seguida a seguinte rotina na ferramenta Raster Calculator, da caixa de ferramentas Spatial Analyst:

Regiongroup([arquivo de saída], #, EIGHT, WITHIN).

A ferramenta region group individualiza com novos identificadores os agrupamentos de pixels.

Select([arquivo de saída do region group], 'count > 11')

Esta ferramenta seleciona os agrupamentos de pixels individualizados pela ferramenta anterior que tem número de pixels (count) acima do valor determinado (SPINOLA, 2010). Os valores abaixo do determinado receberam um valor nulo.

Nibble([arquivo de saída do boundary clean],[arquivo de saída do select])

Nesta ferramenta foi executada uma álgebra de mapas, onde o raster original é multiplicado com as áreas selecionadas no passo anterior. As regiões que tinham abaixo de 11 pixels foram eliminadas e foram substituídas pelo vizinho mais próximo de acordo com o mapa original.

Esse procedimento possibilita associar e eliminar os pixels das imagens que só poluem visualmente o mapa, ou seja, não permite a identificação de algumas áreas, essa técnica possibilita a eliminação destes, esse procedimento é definido de acordo com o tamanho que o mapa será apresentado (SPINOLA, 2010).

Como em campo, constatou-se, que apenas 2,2% dos produtores entrevistados possuem áreas cultivadas com sisal menores que 1 ha, entende-se que a retirada das áreas menores que 1 ha favorece a redução da poluição visual do mapa, sem suprimir um percentual significativo de áreas cultivadas, já que a maior parte das áreas destinadas ao plantio do sisal estão acima de 1ha.

2.12. Edição do mapa da cultura do *Agave sisalana*

A partir da sobreposição das áreas mapeadas do agave *sisalana* geradas pelo processamento digital das imagens de satélite foi possível avaliar

visualmente as áreas coincidentes com os cultivos, e identificar as áreas que foram incluídas como sisal, mas que pertenciam a outra classe. As áreas que apresentaram erro de identificação pelo classificador foram deletadas. Esse processo de edição visual foi realizado com o auxílio de imagens de alta resolução disponibilizadas pelo Google Earth, além do uso do conhecimento de campo, a fim de se obter um panorama da distribuição espacial da cultura da *Agave sisalana* no Território de Identidade do Sisal no Estado da Bahia.

Para auxiliar na identificação de áreas de sisal nas imagens foram realizadas 4 campanhas de campo, sendo coletadas informações em áreas com sisal em diferentes estádios de desenvolvimento e com diferentes manejos. Áreas de sisal abandonadas, provisória ou definitivamente, também foram visitadas na tentativa de se gerar informações que possibilitassem a identificação destas áreas nas imagens, uma vez que a mesma é de difícil visualização devido ao fato de o sisal estar entremeado a espécies da caatinga, que retornam naturalmente após longos períodos de abandono da cultura. No total foram levantados 648 pontos em campo (Figura 06) que serviram de base para a identificação das áreas de sisal nas imagens.

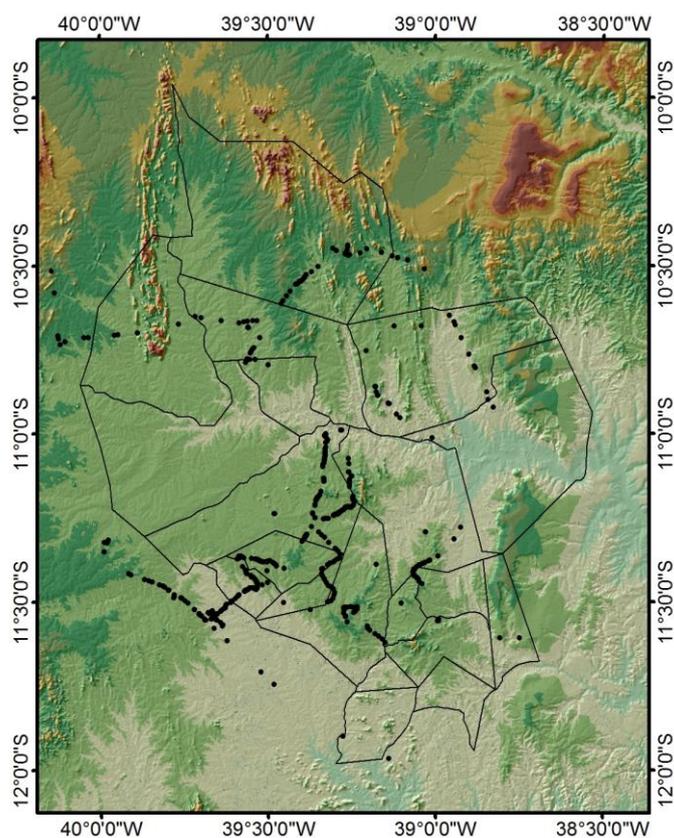


Figura 06 – Distribuição espacial dos pontos coletados em campo.

2.13. Índice Kappa

O Índice Kappa nos revela a exatidão do mapa final, em referência ao mapa original, e é derivado a partir do Índice de Exatidão Total e o valor esperado calculado usando as marginais da matriz de confusão.

De acordo com Congalton (1991) o valor apresentado pelo Índice Kappa é considerado satisfatório na precisão de uma classificação temática, porque considera toda a matriz de confusão no seu cálculo, incluindo os elementos da diagonal principal (concordância real), utilizado no Índice de Exatidão Global, além dos elementos marginais da matriz, os quais representam as discordâncias na classificação. O Índice foi calculado confrontando o resultado das classificações com o mapa final, gerado pela aplicação da AMM e edição por interpretação visual.

O Índice Kappa é dividido por intervalos de valores conforme nível de aceitação, como indicado por Fonseca (2000) (Quadro 1):

Quadro 1 -. Intervalo de valores do Índice Kappa

<0	Péssimo
$0 < K \leq 0,2$	Ruim
$0,2 \leq K \leq 0,4$	Razoável
$0,4 \leq K \leq 0,6$	Bom
$0,6 \leq K \leq 0,8$	Muito bom
$0,8 \leq K \leq 1,0$	Excelente

O módulo CROSSTAB realiza uma análise de tabulação cruzada que compara imagens contendo variáveis categóricas de dois tipos. A matriz é expressa em forma de tabela, em termos da proporção do número total de pixels.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio da classificação de imagens Landsat, representam a espacialização da cultura do *Agave sisalana* no Território de Identidade do Sisal numa escala de 1:100.000 para o ano de 2008 (Figura 7). A

partir do mapeamento foi possível estimar a área plantada com essa cultura na região. O mapeamento evidencia que a cultura do sisal ocupa uma área de 48.246 ha, o que corresponde a 2,4% da área total do Território, estando 40.787 ha de área plantada concentrada em apenas seis municípios. Enquanto a área estimada pelo IBGE – PAM (2008) para essa cultura é de 117.940 ha equivalente a 5,8% da área total da unidade territorial.

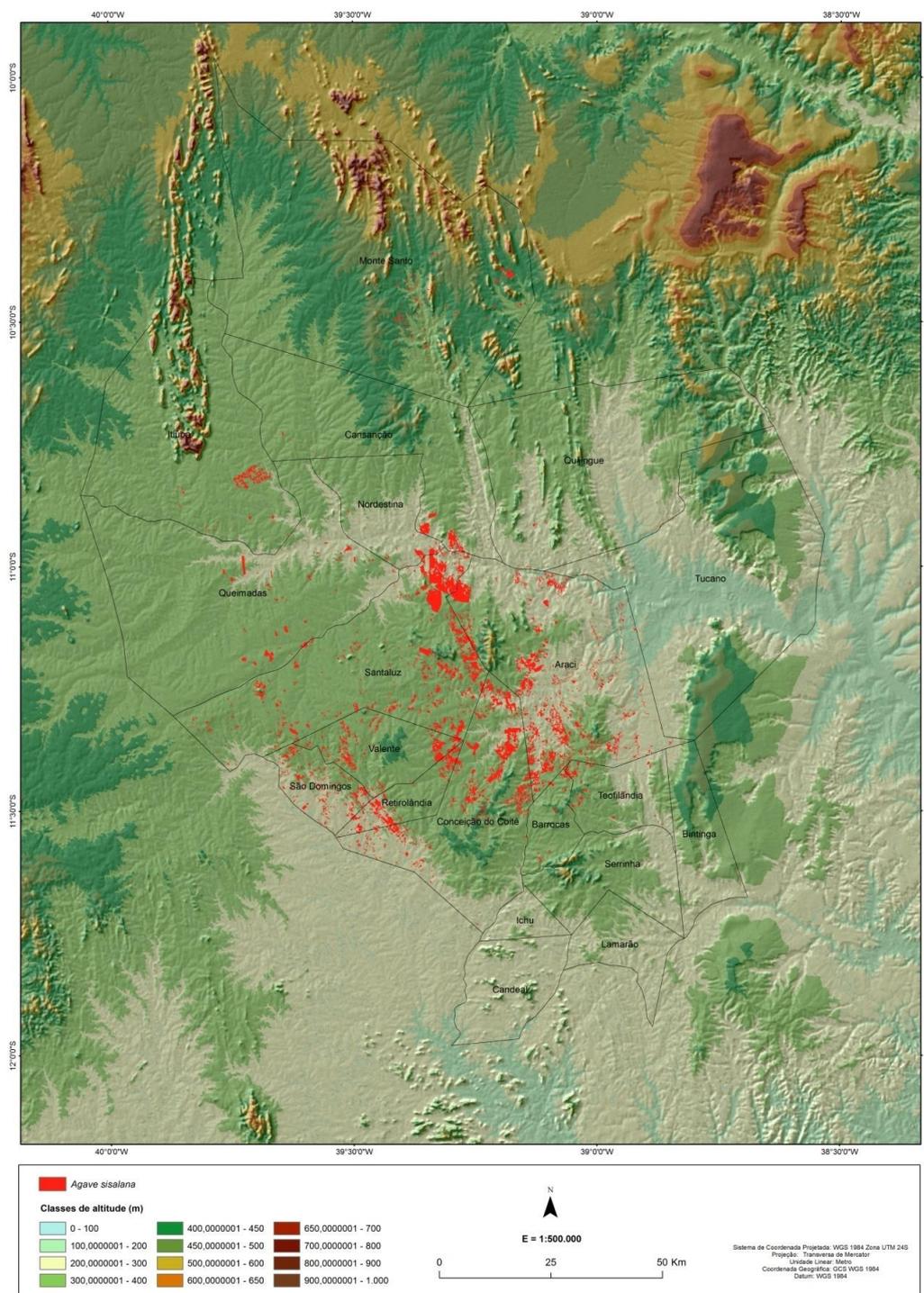


Figura 7 – Mapa das áreas cultivadas com o *Agave sisalana* no Território do Sisal

A estatística kappa resultou em um valor 0.4506 que enquadra a classificação como boa de acordo com Fonseca (2000). Sendo que para o sisal, classe de interesse, obteve-se o índice de concordância de 0,6445, para o resultado da classificação, sem a aplicação da área mínima e edição. Visualmente não é difícil identificar uma área que represente, numa imagem de satélite, o cultivo do sisal, ou até mesmo áreas que apenas indicam que ali outrora a paisagem já foi antropizada com fins produtivos, pois a forma geométrica dos polígonos com ângulos acentuados torna evidente esse passado recente.

Observações de campo mostraram que muitas áreas destinadas à cultura encontram-se abandonadas, sem manejo, tornando-se núcleos de restabelecimento de espécies nativas, enquanto em outras o sisal já cresce na sombra, ou competindo com espécies nativas. Essa configuração da paisagem tornou muito difícil uma caracterização espectral das áreas de sisal, facilitando a confusão no desempenho do classificador, o que pode ter gerado subestimação da área total cultivada com sisal, em relação aos dados oficiais, caso o produtor ainda considere estas como área de cultivo de sisal.

Além disso, houve um considerável erro de inclusão das áreas de vegetação próxima a cursos d'água. O que pode ser explicado por processos de escalas bem diferentes. Uma explicação está relacionada à mistura espectral que cria um único valor de DN para uma área de 30x30, incluindo diferentes espécies vegetacionais, que possuem formas inerentes a sua estrutura foliar, de interagir com a Radiação Eletromagnética, além do solo e no caso específico a água. Essa mistura espectral torna as áreas de sisal, no período de "magren" (seco), tão úmidas quanto essas áreas com vegetação natural ao longo dos rios, provocando a confusão no momento da classificação (Figura 8).

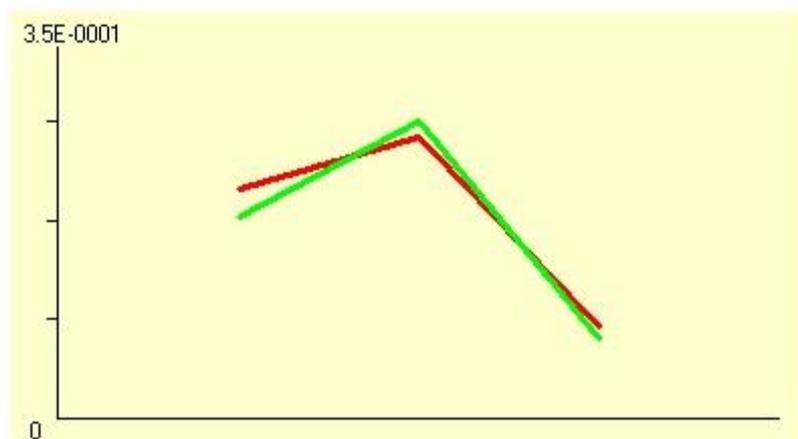


Figura 8 – Valores médios de reflectância de uma área de sisal (linha vermelha) comparados com uma área de vegetação fluvial. Valores de reflectância ajustados às bandas 5,4 e 3, respectivamente.

A capacidade do sisal em reter umidade é uma característica fisiológica da espécie, relacionada ao Metabolismo Ácido Crassuláceo (CAM). De acordo com Magalhães (1979) *apud* Beltrão & Amorim Neto (1999), o sistema de fixação do CO₂ CAM é bastante especializado, permitindo que a planta mantenha o balanço de carbono positivo, com grande economia de água, pois, durante o dia para evitar a perda de água pela transpiração, ela fecha os estômatos, fotossintetizando normalmente graças à capacidade de acumular o CO₂ no período noturno. Beltrão & Amorim Neto (1999) salienta, que além do metabolismo CAM, o sisal absorve água via foliar nas regiões com ocorrência de orvalhos, que fornece água para uso direto pela planta e atrasa o aumento da temperatura foliar, promovendo a redução da evapotranspiração.

Dessa forma, a mistura espectral de áreas de sisal e de áreas de vegetação que cobrem corpos d'água, e a relação da água presente na estrutura das folhas com a radiação do infra-vermelho médio, pode ser considerado como o motivo pelo qual houve tantas inclusões dessas áreas para a classe do sisal. A explicação está na água ser um bom absorvedor da energia no infra-vermelho médio, de tal forma que quanto maior a turgidez das folhas, menores os valores de reflectância no infra-vermelho médio. Conforme a água da planta vai diminuindo nos espaços de ar intercelulares, a energia do infra-vermelho médio seja mais intensamente espalhada pelas interfaces das paredes intercelulares, resultando em maiores valores de reflectância.

A vegetação sobre corpos d'água possui uma menor reflectância, porém se o sinal da água proveniente dos corpos hídricos fosse isolado, a configuração do gráfico se inverteria em função da estrutura e dos mecanismos que o *Agave sisalana* utiliza para manter suas folhas túrgidas. Já o comportamento da reflectância para as outras bandas foi o esperado, já que a banda λ_4 possui sua reflectância diretamente ligada a estrutura da vegetação imageada, sendo inversamente proporcional a reflectância no vermelho, pois a medida que um dossel de vegetação se desenvolve, sua reflectância vai aumentando no infravermelho próximo (banda 4), enquanto que sua vegetação vai absorvendo cada vez mais energia na região do vermelho em função do aumento da fotossíntese (JENSEN, 2009).

A falta de manejo e o abandono da cultura é refletida nos dados da imagem Landsat 5 TM analisadas, sua identificação é simples se levado em conta apenas o desenho geométrico formado pelas antigas áreas destinadas ao cultivo do *Agave sisalana*, porém considerando os dados espectrais já não se caracterizam como áreas produtoras de sisal. A produção primária nesses fragmentos é de espécies endêmicas e nativas. Pode-se observar em campo o grande potencial dessas áreas para espécies nativas recomeçarem sua jornada sazonal de sucessão ecológica da paisagem, potencializada pelas chuvas do inverno austral. Dessa forma, a mistura espectral que formam os pixels dessas áreas é formada por espécies nativas e indivíduos isolados ou agrupados do sisal.

Apesar dos problemas apresentados, em geral, foi possível diferenciar o sisal das demais formações vegetacionais e estimar a área plantada com esta cultura na região de estudo. Na Figura 9 são apresentados os valores estimados de área plantada com *Agave sisalana* para cada município. Verifica-se que para os municípios de Biritinga, Candéal, Lamarão, Ichu, Serrinha e Tucano não houve registro de áreas plantadas com sisal. Para os demais municípios observa-se variações entre os valores de área plantada, com uma diferença de 99,1% do município de Quijingue com menor área cultivada com o sisal, para o município de Santaluz que apresentou 13.244 ha de área plantada.

O mapeamento evidencia a hegemonia dos municípios de Conceição do Coité, Santaluz e Araci, como grandes centros de cultivo do sisal, onde está

concentrado 33.268 hectare de área plantada, distribuídos em 4.135 km². Seguidos pelos municípios de Valente, Retirolândia e São Domingos com áreas que superam os 2.000 ha. Os municípios de Quijingue, Barrocas, Nordestina, Teofilândia, Cansanção, Itiúba, Monte Santo e Queimadas que juntos compreendem uma área de 52% do Território, apresentam áreas inferiores a 2.000 hectares, perfazendo um total de 7.458 hectares de área plantada com sisal.

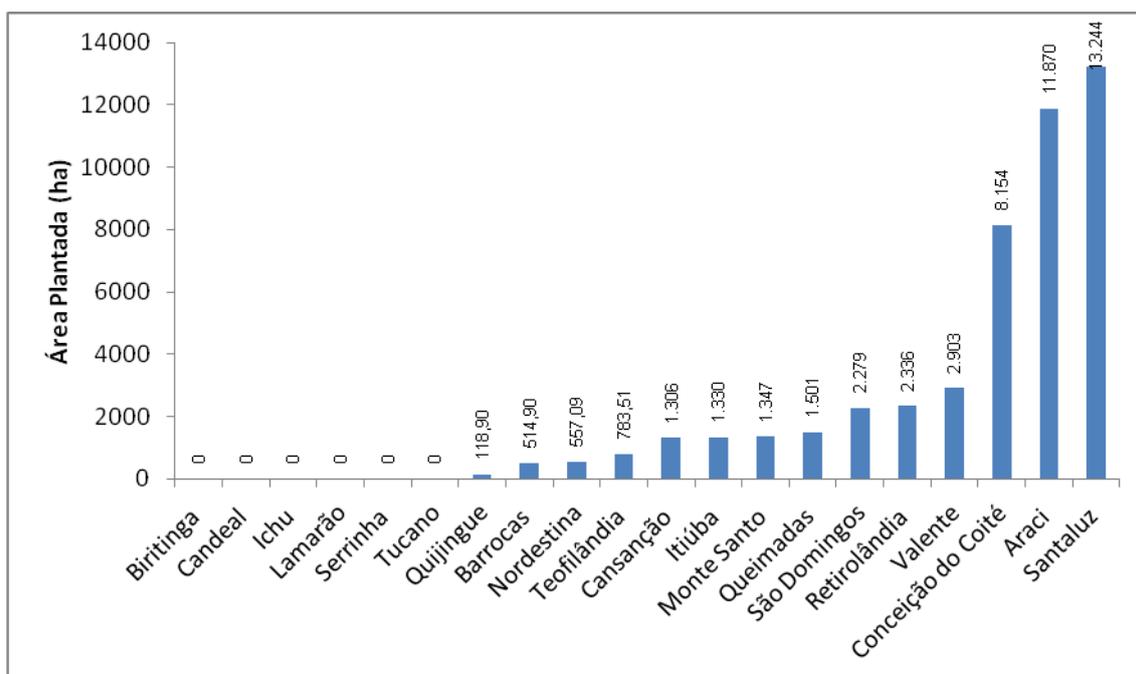


Figura 9 - Valores estimados de área plantada com *Agave sisalana* para os municípios do Território do sisal.

Ao considerar a série histórica dos dados referentes à cultura do *Agave sisalana* levantados pelo IBGE/PAM - apresentada no primeiro capítulo - fica evidente que os municípios onde não houve registro de área plantada, em geral foram municípios onde o sisal sempre teve pequena representatividade em termos de área plantada e produção, variáveis que foram apresentando decréscimos consideráveis ao longo de anos. Enquanto municípios como Santaluz e Conceição do Coité apesar de terem apresentado períodos de decréscimo e acréscimo nos valores de área plantada, se mantiveram como principais produtores.

Na tabela 3 são apresentados os dados da estimativa de área plantada obtida via classificação, em paralelo com a estimativa do IBGE – PAM. Os

resultados obtidos em nível de município, por meio do mapeamento, evidenciam que houve subestimação das áreas quantificadas em 100% dos municípios, quando comparados aos dados da estimativa de área do IBGE – PAM. Contudo, manteve-se a tendência de os municípios com as maiores áreas serem os mesmos nas duas estimativas, a exemplo de Araci, Conceição do Coité e Santaluz, com exceção para o município de Valente (diferença de 75,8% entre as estimativas).

Tabela 3 - Estimativa da área plantada com o *agave sisalana* obtidas por meio da classificação de imagens e por levantamento realizado pelo IBGE-PAM.

Municípios	Área (ha)	
	Map.	IBGE
Araci	11.870	15.850
Barrocas	515	5.840
Biritinga	0	-
Candeal	0	-
Cansanção	1.306	5.000
Conceição do Coité	8.154	19.800
Ichu	0	-
Itiúba	1.330	6.200
Lamarão	0	-
Monte Santo	1.347	6.000
Nordestina	557	3.000
Queimadas	1.501	6.000
Quijingue	119	6.000
Retirolândia	2.336	5.500
Santaluz	13.244	19.500
São Domingos	2.279	6.000
Serrinha	0	40
Teofilândia	784	860
Tucano	0	350
Valente	2.903	12.000
Total	48.246	117.940

Como observado, os dados de área plantada levantados por meio do mapeamento divergem em relação aos estimados pelo IBGE – PAM. Resultados semelhantes que evidenciam discrepância em estimativas via mapeamentos em relação à estimativa de órgão oficiais, foram registrados por

Rizzi & Rudorff (2005), ao estimar a área plantada com soja no Rio Grande do Sul e por Medeiros *et al* (1996) ao utilizar imagens Landsat na estimativa de áreas de cana-de açúcar, milho e soja. Contudo, como bem assinala Moreira *et al* (2008) a divergência metodológica não permite comparações com intuito de validar os dados, pois, o mapeamento tem caráter objetivo enquanto a estimativa do IBGE – PAM tem caráter subjetivo.

Os valores relativamente menores de área plantada com a cultura do sisal, obtidos por meio da classificação, parece refletir mais fielmente o cenário de crise da cultura do *Agave sisalana*, descrito por produtores e entidades públicas e privadas; principalmente para os municípios que não conseguiram desenvolver um sistema dotado de infraestrutura capaz de atender a todo processo envolvido na cadeia produtiva do sisal. Nesses municípios, o que se observa são pequenas manchas dispersas de áreas cultivadas com o *Agave sisalana*, enquanto em municípios como Conceição do Coité e Santaluz, a cultura encontra-se espacializada em proporções significativas distribuídas ao longo dos municípios.

No município de Santaluz encontra-se o maior plantio comercial contínuo do sisal, pertencente à Companhia de Sisal do Brasil (COSIBRA) (SEI, 2006). O município de Conceição do Coité, além de dispor de grande área destinada ao plantio do *Agave sisalana*, detém entre os municípios que compõe o Território de Identidade do Sisal, maior número de indústria responsável por transformar a fibra em produto final de exportação. O que torna esse município importante centro comercial do sisal, com influência significativa na determinação do preço da fibra no mercado, como indicado pela CONAB.

Apesar de se destacarem em termos de área plantada e produção, Silva (2004) aponta que nos municípios de Conceição do Coité, Santaluz e Valente, 86% do plantio do sisal encontra-se em idade acima de oito anos, representando uma ameaça de extinção dessa cultura (SEI,2006). Essas considerações podem ser estendidas para todos os outros municípios pertencentes à área de estudo, já que é comum a existência de campos com idades que superam o ciclo vegetativo do *Agave sisalana*.

Nesse cenário, não deixa de ser expressivo o baixo rendimento e abandono da cultura como mencionado anteriormente por questões referentes ao atraso tecnológico, pouca especialização da mão de obra, fruto da

desarticulação institucional, que impacta na produtividade e na qualidade do produto (IBIRUSSU; COSTA, 2013). Associado a falta de organização na comercialização, com a figura notória do atravessador, que adquire o produto por preços insignificantes, desestimulando os pequenos produtores em função da baixa rentabilidade em uma atividade na qual a relação riscos x benefícios é pouco compensadora, afetando o dinamismo no setor (SEI, 2006), se não justifica pelo menos explica a conjuntura atual pela qual passa a cultura.

CONCLUSÃO

1. A estimativa de área cultivada com sisal no Território, obtida via mapeamento digital, evidencia valores de área plantada inferior à apresentada pelo IBGE – PAM.
2. As análises estatísticas realizadas permitiram classificar o mapeamento digital como bom e, com uma maior exatidão para a classe do sisal, indicando que as técnicas utilizadas podem ser utilizadas para o mapeamento da cultura do sisal na região estudada.
3. No processo de classificação ocorreu erro de inclusão de áreas de vegetação próximo aos cursos d'água. Além disso, não foi possível identificar áreas de sisal abandonadas, que se confundem com áreas de caatinga, o que levou a super ou subestimação de áreas cultivadas com sisal observadas no presente estudo;
4. De modo geral foi possível diferenciar as áreas com cultivos de sisal de outros tipos de vegetação e estimar a área plantada em cada município. Na região, destacam-se em termos de área cultivada com o sisal, os municípios de Santaluz, Araci e Conceição do Coité.

REFERÊNCIAS

- BELTRÃO, N.E.M ; AMORIM NETO, M.S;. Ecofisiologia do sisal. *In* SILVA, O. R.E (org.). O agronegócio do sisal no Brasil – Brasília: Embrapa – SPI: Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 24/25 Aracaju/Recife. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983.
- BRITES, R. S. BIAS, E. S. SANTA ROSA, A. N. C. Classificação por Regiões. *In*: Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília: CNPQ, 2012. 276 p.
- CONGALTON, R. G. A Review of the assessing the accuracy of classifications of Remotely Sensed data. *Remote Sensing Environment*, 1991, vol. 37.p 35 - 46.
- CRÓSTA, A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas: UNICAMP, 1993. p 158 – 159.
- CPRM. Geodiversidade do Estado da Bahia. Salvador – Brasil, 2010.
- CUNHA, M.C.F. Análise do processo de gestão de custos dos agentes que compõem a cadeia produtiva da cultura do sisal no Estado da Paraíba. 2010. Dissertação apresentada ao Programa Multi-Institucional e Inter-Regional de Pós Graduação em Ciências Contábeis. João Pessoa – Pb.
- EASTMAN, J.R. IDRISI Guide to GIS and Image Processing. Accessed in IDRISI [versão 17]. Worcester, MA: Clark University: 2012. p 354.
- FLORENZANO, Teresa Gallotti. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de textos, 2002.
- FONSECA, L. M. G. Processamento digital de imagens. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.
- GREEN E.P, MUMBY, P.J., EDWARDS, A.J.; CLARK, C.D. *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. Paris: Coastal Management Sourcebooks UNESCO, 2000. 316 p.
- HUETE, A. R., 1988. A soil-adjusted Vegetation Index (SAVI), *Remote Sensing of Environment*, 25: 295-309.
- IBGE. Série Relatórios Metodológica volume 6/Pesquisa agropecuária. 2 ed. Rio de Janeiro, 2002.
- IBIRUSSU, E; COSTA, E.R.R. Desenvolvimento Região Sisaleira Baiana: Uma análise da política de garantia de preços mínimos – sisal. Sociedade Brasileira

de Economia, Administração e Sociologia Rural – VIII SOBER Nordeste. Paraíba, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) - Manuais: tutorial de geoprocessamento SPRING. 2008.

JENSEN, J.R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

JOHANN, J.A; ROCHA, J.V; DUFT, D.G; LAMPARELLI, R.A.C. Estimativa de áreas com culturas de verão no Paraná, por meio de imagens multitemporais EVI/Modis. Pesquisa Agropecuária brasileira. Brasília, v.47, n.9, 2012.

MEDEIROS, A. M. P. et al. Imagens Landsat na Estimativa de Áreas de Cana-de-Açúcar, Milho e Soja. In: Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Salvador, 1996.

MENEZES, P. R. ALMEIDA T. Distorções e correções dos dados da imagem. In: Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília: CNPQ, 2012. 276 p.

MENEZES, P. R. SANO, E. E. Classificação pixel a pixel de imagens. In: Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília: CNPQ, 2012. 276 p.

MOREIRA, M.A; BARROS, M.A; RUDORFF, B.F.T. Geotecnologias no mapeamento da cultura do café em escala municipal. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 2008.

MOREL, A. PRIEUR, L. Analysis of variations in ocean color. Limnology Oceanography, 1977. v. 22, p. 709-722.

MOTTA, J.L.M; FONTANA, D.C; WEBER. Verificação da acurácia da estimativa de área cultivada com soja através de classificadores digitais em imagens Landsat. X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu/PR, 2001.

REIS, T. E.S; BARROS, O.N.F; REIS, L.C. Determinação do uso do solo do município de Bandeirantes, Estado do Paraná, através de imagens do Landsat 7 ETM+ e técnicas de geoprocessamento. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 1, p. 41-48, 2005.

RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T. Estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat. Revista Brasileira de Cartografia. v. 57 , 2005.

SEI, Estatística dos municípios baianos. Salvador: SEI, 2011.V.23,380p.

SEI. Uso atual das terras: Bacias dos Rios Itapicuru, Vaza-Barris e Real. Salvador, 2006.

SPINOLA, D.N. Generalização cartográfica em SIG aplicada a um mapa de uso e cobertura do solo em formato vetorial e matricial. Monografia do curso de Geografia Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG, 2010.

SILVA, F.S. Sustentabilidade Agroecológica da cultura do sisal. Dissertação em Gestão Integrada das Organizações, Unidade Baiana de Ensino e Pesquisa e Extensão, UNIBAHIA. Universidade do Estado da Bahia. Salvador, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da *Agave sisalana* de relevância reconhecida para alguns municípios pertencentes ao Território de Identidade do Sisal, se consolidou como importante alternativa econômica, sobretudo para produtores com propriedades de pequeno porte, onde o sisal passou a dividir espaço com as culturas de subsistência, se constituindo como fonte de renda. A falta de recursos, orientação técnica e planejamento ao longo do processo de plantio e manutenção dessa cultura, fez com que a mesma fosse plantada de forma indiscriminada não atendendo preceitos fundamentais referentes à escolha dos solos, exigências nutricionais e formas de manejos adequadas ao desenvolvimento e rentabilidade da cultura.

O cenário no qual está inserida a cultura é, preocupante e merece atenção especial. Tem-se, proporções significativas de solos com sérias limitações ao uso agrícola, formas de manejo que não condizem com a maximização da produtividade, campos em idades que superam o ciclo vegetativo da planta, processo de beneficiamento com atrasos tecnológicos e produtores desmotivados. Estatísticas oficiais evidenciam baixa produtividade da cultura nessas áreas, ao mesmo tempo em que demonstra não ser possível considerar que esteja ocorrendo uma crise da atividade sisaleira.

Estimativas oficiais parecem não refletir a realidade vivenciada em campo, e divergem em relação à estimativa levantada via mapeamento de imagens do satélite Landsat. Tomando como ponto de partida o mapeamento não é possível constar a ocorrência ou não de crises na atividade sisaleira, pois foi tomado como referência apenas o ano de 2008. Como as metodologias apresentam caráter diferenciado, não é possível compara-las com intuito de validação. É certo, que a falta de manejo e os erros de inclusão dificultaram o mapeamento, porém, foi obtido bom resultado para a classificação, com as técnicas utilizadas, permitindo que o trabalho seja refeito com imagens mais recentes o que permitiria obter dados mais recentes sobre a cultura na região. A partir dos dados obtidos com o presente estudo acredita-se que existe a necessidade de se buscar mecanismos mais objetivos que representem a realidade da cultura do sisal, para que políticas sejam pensadas e aplicadas de forma correta, visando proporcionar melhorias na atividade sisaleira.

ANEXOS

FORMULÁRIO/ PRODUTORES**Identificação:**

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: F () M ()

1. O senhor(a) é natural da Região Sisaleira?

Sim ()

Não ()

1.1 Qual sua cidade de origem?

1.2 Quais os principais fatores que motivaram a migração?

2. Há quantos anos o (a) senhor(a) vive nessa propriedade?

3. Forma de aquisição da propriedade:

() Compra () Herança () Doação () Arrendamento () outros _____

4. Qual a área total da propriedade (ha)? Dessa quantos ha se destina ao plantio de sisal?

5. Quais fatores motivaram o cultivo do sisal?

6. Há quantos anos trabalham com o cultivo do sisal?

7. Qual atividade desempenhava antes de iniciar o cultivo do sisal?

8. Há algum tipo de cultura de subsistência consorciada com o sisal em sua propriedade?

() Sim

() Não

8.1 Qual (is) _____

9. Qual a relação de trabalho que se estabelece durante o ciclo de plantio do sisal:

() Assalariado () Temporário () Permanente () Mão – de - obra familiar

10. Qual sua principal fonte de renda?

11. Existe algum tipo de assistência técnica e/ou financeira voltada para o cultivo do sisal?

12. Qual a melhor época para iniciar o plantio? Antes do mesmo existe um processo de seleção das sementes?

13. Quais os critérios utilizados para selecionar a área da propriedade onde será cultivado o sisal?

14. Quais as principais técnicas empregadas durante o plantio e processo de beneficiamento do sisal?

15. Em média qual a produção bruta da plantação? Ao longo dos anos que se cultiva o sisal nessa propriedade verificou-se um aumento ou redução nessa produção? Quais fatores podem ser apontados como responsáveis?

16. Qual o destino final da produção? Onde se dá a comercialização?

17. No cenário atual o cultivo do sisal ainda pode ser considerado uma alternativa economicamente viável para a Região Sisaleira?

18. É realizado algum tipo de levantamento de solo antes da seleção das áreas a ser cultivada?

19. Como é realizado o processo de preparação do solo para o cultivo do sisal? Emprega-se máquinas nessa etapa?

20. Em termos práticos quais procedimentos são adotados no solo após o fechamento de um ciclo de produção?

21. Adota-se algum tipo de rotação de cultura?

() sim () Não

21.1 Descreva-o:

22. Emprega-se algum tipo de fertilizantes no solo onde se cultiva o sisal?

23. Qual o destino dos resíduos da produção? (são mantidos no solo (porque)?)

24. Já se observou alguma queda no rendimento da cultura depois de sucessivos ciclos de produção?

() Sim () Não

24.1A que se atribui isso?

25. Quais os principais problemas verificados nos campos de sisal?

26. Já registrou-se algum tipo de doença na cultura de sisal? Desde quando se observa isso?

ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA/ORGANIZAÇÕES

1. Tipo de organização

() Associação () Cooperativa () Sindicato

2. Há quantos anos atua no território do sisal?

3. Quais os fatores que motivaram a criação desse tipo de organização?

4. A organização atua em todos os municípios do Território do Sisal? Por quê?

5. Tem-se uma gestão participativa com envolvimento de todos os atores envolvidos na cadeia produtiva do sisal?

6. Qual a forma mais direta de atuação dessa organização?

7. Qual o número de famílias envolvidas/atendidas?

8. Qual o papel dessa organização no fortalecimento e estímulo a manutenção e desenvolvimento da cadeia produtiva do sisal?

9. Quais mecanismos de apoio são direcionados ao produtor?

10. Em termos de inovação tecnológica como pode ser descrito o território do sisal?

11. No cenário atual é possível afirmar que o sisal é a principal atividade economicamente viável na Região Sisaleira?

12. Quais fatores podem ser apontados como sendo maiores obstáculos para o desenvolvimento e crescimento da referida região?

13. Quais são os critérios adotados para a escolha do produtor e realização da assistência técnica?

14. Quais são os temas técnicos/agronômicos abordados na assistência?

15. Quais são os elementos do ambiente e da cultura que são levados em consideração para a realização da assistência técnica?

16. As técnicas e manejos sugeridos na assistência seguem alguma recomendação (“pacote tecnológico”) pré-estabelecida?
