UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL
CURSO DE AGRONOMIA

MAX FERREIRA DOS SANTOS

MAPEAMENTO E QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE CAFÉ SOMBREADO NO MUNICÍPIO DE BATURITÉ, CEARÁ

REDENÇÃO – CE

2017

MAX FERREIRA DOS SANTOS

MAPEAMENTO E QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE CAFÉ SOMBREADO NO MUNICÍPIO DE BATURITÉ, CEARÁ

Monografia submetida à Coordenação de Curso de Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB, como parte das exigências para a obtenção do título de Agrônomo.

Orientadora: Profª. Drª. Rafaella da Silva Nogueira.

Redenção – CE

2017

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira
Direção de Sistema Integrado de Bibliotecas da UNILAB (DSIBIUNI)
Biblioteca Setorial Campus Liberdade
Catalogação na fonte

Bibliotecário: Gleydson Rodrigues Santos – CRB-3 / 1219

Santos, Max Ferreira dos.

S237m

Mapeamento e qualidade do solo em sistema de café sombreado no município de Baturité, Ceará. / Max Ferreira dos Santos. - Redenção, 2018.

57f: il.

Monografia - Curso de Agronomia - Semestral, Instituto De Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: profª. Drª. Rafaella da Silva Nogueira.

Inclui figuras e referências.

1. Café - Ceara. 2. Geoprocessamento. 3. Conservação do solo. I. Título.

CDD 338.17373

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais: Celina dos Santos Ferreira e Máximo Gonçalves dos Santos que me ensinaram, desde sempre, que a educação é o bem mais valioso que se pode ter.

AGRADECIMENTOS

As circunstâncias (boas ou não) que guiaram meus passos e me trouxeram até aqui.

Aos meus familiares, em especial meus pais, por todo o esforço que fizeram para garantir que minha trajetória acadêmica fosse a mais confortável possível, pois seus sacrifícios tornaram possíveis as minhas maiores conquistas.

Aos amigos Jaíza, Leandro, Débora, Rayane, Isabelli, Luan e Juan pela perseverança em continuarem me convidando para os encontros da turma mesmo eu furando a maioria deles. Obrigado pela compreensão e por me mostrarem que a amizade verdadeira persiste mesmo em meio as adversidades.

Aos amigos Fábio, Luciana e Andreza com quem fiz a maioria dos meus relatórios/seminários/artigos. trabalhar com eles durante a graduação tornou tudo mais fácil e divertido. Obrigado por terem se tornado a minha família na universidade e fora dela.

Ao Jonathan Nogueira pelas conversas e conselhos dados durante período em que dividimos moradia. Obrigado por tudo e espero lhe ter como amigo pelo restante da vida.

Ao João Lemos que me ajudou nas coletas de solo. Obrigado pela ajuda espero poder retribuir um dia.

A Jamylle e ao Moisés (o melhor subgrupo de todos). Obrigado pela amizade, pelas conversas e por me manterem informado dos acontecimentos acadêmicos mais recentes.

A Magnólia pelas palavras de sabedoria em momentos mais difíceis.

A Josilene Barbosa pela tranquilidade e bom humor demonstrados nos momentos mais tensos da elaboração dos resultados da pesquisa, a Thereza Botelho que me acompanhou durante a pesquisa de campo e ao Ramon Pinheiro pela amizade e palavras de motivação.

Aos professores Maria Creuzanira, Francisco Sousa Sá, Marcelo Teles pelo incentivo dado para que eu seguisse na graduação e pelo exemplo de dedicação a educação.

A UNILAB e ao Instituto de Desenvolvimento Rural, em especial as professoras Albanise Marinho e Maria Clarete por terem tornado a universidade um ambiente mais familiar a agradável.

A minha professora orientadora, Rafaella da Silva Nogueira, agradeço a ela não só pela orientação, agradeço a pessoa que além de professora tornou-se amiga, que respondia minhas mensagens com rapidez (mesmo as que eu enviava em horários inconvenientes), a pessoa que me ligava para saber da pesquisa, que vibrava com cada passo dado em direção a conclusão do trabalho e que estava disponível para solucionar os problemas que surgiam durante o processo. Obrigado por fazer uma das etapas mais difíceis da graduação se tornar prazerosa e tranquila.

Aos professores Fred Denilson Barbosa da Silva e Virna Braga Marques, componentes da banca examinadora. Obrigado por terem aceitado compor a banca examinadora e pelas considerações feitas a fim de tornar a pesquisa mais completa.

Ao grupo de pesquisa TOPOGEO, pela receptividade e auxílio prestados antes e durante a execução da pesquisa. Sou grato a cada componente do grupo e espero ter o prazer de encontra-los no mercado de trabalho o mais rápido possível.

A dona Geane, a Elissandra (Lôra) e ao Frank, pelo apoio e conselhos dados durante os 5 anos de graduação.

A turma da 4° entrada do curso de agronomia, pelos 5 anos de intensa convivência e aprendizados.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse até aqui. Muito obrigado.

Epígrafe

"São as nossas escolhas, Harry que revelam o que realmente somos, muito mais do que as nossas qualidades".

Albus P. Wulfric Brian Dumbledore.

RESUMO

A região do Maciço de Baturité foi uma grande produtora de café no início do século XIX chegando a exportar o produto, nessa época o café era produzido em sistema de sombreamento, porém ao longo dos anos a cafeicultura desenvolvida na região do Maciço passou por um processo de perda da qualidade e produtividade, impulsionados por uma política de erradicação das áreas produtoras e substituição do café sombreado pelo café a pleno sol. Atualmente, existem poucas informações disponíveis sobre as áreas destinadas à cafeicultura sombreada ainda existentes no município, principalmente sobre a localização, os arranjos produtivos utilizados e as condições químicas do solo. Tendo em vista essa dificuldade o objetivou-se mapear áreas produtoras de café sombreado no município de Baturité para realizar análise comparativa dos níveis de pH, teores de Carbono Orgânico Total (COT), potássio (K) e fósforo (P) entre três áreas de café sombreado com as áreas de mata nativa presente em cada propriedade na profundidade de 0-15 cm e de 15-30 cm. Foram mapeadas sete propriedades produtoras de café em sistema sombreado no município de Baturité. As análises dos atributos químicos do solo foram submetidas ao teste T pareado, a 5 % de probabilidade no programa estatístico R. Os resultados observados indicaram que apenas o teor de COT da propriedade 1, que possui arranjo produtivo que integra ingazeiras, bananeiras e cafeeiros, diferiu estatisticamente na profundidade de 15-30 cm, com teores superiores (9,27 $g.kg^{-1}$) na área cultivada com café sombreado e inferiores (4,00 $g.kg^{-1}$) na área de mata nativa. As demais áreas não diferiram estatisticamente, demonstrando que o cultivo de café sombreado desenvolvido no município de Baturité mantém a qualidade química e consequente preservação do solo demonstrando ser um sistema de produção viável do ponto de vista produtivo e conservacionista.

Palavras-chave: Maciço de Baturité, café sombreado, geoprocessamento, conservação do solo.

ABSTRACT

The Baturité Massif region was a major coffee producer in the early nineteenth century and came to export the product, at that time coffee was produced under a shading system, but over the years the coffee industry developed in the Massif region has undergone a process loss of quality and productivity, driven by a policy of eradication of the producing areas and substitution of the coffee shaded by the coffee in full sun. Currently, there is little information available on the areas of shade cultivation still in the municipality, mainly on the location, the productive arrangements used and the soil chemical conditions. The objective of this study was to map shaded coffee production areas in the municipality of Baturité to perform a comparative analysis of pH, Total Organic Carbon (KO), potassium (K) and phosphorus (P) levels among three areas of coffee shaded with native forest areas present in each property at depth of 0-15 cm and 15-30 cm. Seven coffee producing properties were mapped in a shaded system in the municipality of Baturité. Analyzes of the chemical attributes of the soil were submitted to the paired T test, 5% probability in the statistical program R. The observed results indicated that only the TOC content of property 1, which has a productive arrangement that includes ingazeiras, bananeiras and coffee trees, differed statistically in the depth of 15-30 cm, with higher levels (9.27 g.kg-1) in the cultivated area with shaded coffee and lower (4.00 g.kg-1) in the native forest area. The other areas did not differ statistically, demonstrating that the cultivation of shaded coffee developed in the municipality of Baturité maintains the chemical quality and consequent soil preservation proving to be a viable production system from a productive and conservationist point of view.

Key words: Massif of Baturité, shaded coffee, geoprocessing, soil conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização de Baturité..... 25
Figura 2 - Questionário semiestruturado aplicado nas propriedades produtoras de café sombreado mapeadas em Baturité-CE..... 26
Figura 3 - Ilustração do GPS utilizado na coleta das coordenadas geográficas das propriedades rurais..... 27
Figura 4 - Ilustração do trado holandês utilizado nas coletas de solo..... 28
Figura 5 - Baldes plásticos utilizados na coleta do solo..... 28
Figura 6 - Ilustração do procedimento de coleta das amostras de solo com trado holandês na área de café sombreado..... 29
Figura 7 - Área produtora de café da propriedade 1, sistema Ingá+Banana+Café..... 31
Figura 8 - Área cultivada com café na propriedade 2, sistema Ingá+Café..... 32
Figura 9 - Área de cultivo de café da propriedade 3, sistema de cultivo Ingá+tangerina+café..... 33
Figura 10 - Mudas de café Obatã consorciadas com bananeiras e ingá..... 35
Figura 11 - Mapa de localização das propriedades produtoras de café identificadas no município de Baturité..... 43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tamanho das propriedades mapeadas..... 37
Gráfico 2 - Tamanho das áreas destinadas ao cultivo de café das propriedades mapeadas..... 38
Gráfico 3 - Rendimento do café beneficiado nas unidades produtivas mapeadas de Baturité-CE..... 38
Gráfico 4 - Dados da produção de café em Baturité-CE nos anos de 2004 a 2016..... 40
Gráfico 5 - Pluviosidade média anual de Baturité dos anos de 2004 a 2016..... 41
Gráfico 6 - Relação da pluviosidade e o rendimento médio da produção de café de Baturité-CE nos anos de 2004 a 2016..... 41

Gráfico 7 - Variação do pH na profundidade de 0 -15 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE..... 45
Gráfico 8 - Variação do pH na profundidade de 15-30 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE..... 45
Gráfico 9 - Variação de K na profundidade de 0-15 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE..... 46
Gráfico 10 - Variação de K na profundidade de 15-30 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE..... 47
Gráfico 11 - Variação do COT na profundidade de 0-15 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE..... 48
Gráfico 12 - Variação do COT na profundidade de 15-30 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE..... 48
Gráfico 13 - Variação de P na profundidade de 0-15 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE..... 50
Gráfico 14 - Variação de P na profundidade de 15-30 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE..... 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas de cultivo, tamanho e rendimento das propriedades mapeadas no município de Baturité que produzem café sombreado..... 36

Tabela 2 - Dados históricos da produção de café no município de Baturité..... 39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGRAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Proteção Permanente
COT	Carbono Orgânico Total
CTC	Capacidade de Toca de Cátions
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBC	Instituto Brasileiro do Café
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
MN1	Mata Nativa 1
MN2	Mata Nativa 2
MN3	Mata Nativa 3
MOS	Matéria Orgânica do Solo
P1	Propriedade 1
P2	Propriedade 2
P3	Propriedade 3
pH	Potencial Hidrogeniônico
RFFSA	Museu Ferroviário de Baturité
SAFs	Sistemas Agroflorestais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG	Sistema de Informações Geográficas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
2 OBJETIVOS 17
2.1 Objetivo geral 17
2.2 Objetivo específico 17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 17
3.1 A trajetória do café no Maciço de Baturité 17
3.2 A rota do café verde 19
3.3 Geoprocessamento 19
3.4 Solo e matéria orgânica 20
3.5 Cultivo de café sombreado versus monocultura 22
4 METODOLOGIA 24
4.1 Levantamento de dados 26
4.2 Mapeamento das áreas produtivas de café 27
4.3 Coleta de solo 27
4.4 Elaboração dos mapas 30
4.5 Análise estatística 30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 30
5.1 Caracterização das áreas mapeadas 30
5.2 Mapa de localização das propriedades 42
5.3 Qualidade do solo 44
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 52
REFERENCIAS 53

1 INTRODUÇÃO

O café é originário da Etiópia e chegou ao Brasil pela região Norte do país, onde há relatos de que o Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta trouxe mudas contrabandeadas da Guiana Francesa no ano de 1727. Durante décadas o café foi o produto-base da economia brasileira e a riqueza gerada pela cafeicultura impulsionou o desenvolvimento do país tornando-o relevante nas relações internacionais de comércio (ABIC, 2017).

No tocante ao cultivo, o café pode ser produzido em sistema a pleno sol ou em sombreamento. Jaramillo-Botero, Martinez, Santos (2006) relatam as vantagens que o sistema de sombreamento oferece destacando que este sistema permite a produção em regiões com déficit hídrico reduzindo os custos da produção auxiliando na manutenção da biodiversidade.

Saes; Souza e Otani (2001) relatam que a região do Maciço de Baturité já foi uma grande produtora de café sombreado chegando a representar 2% da produção nacional no século XIX, seu café era exportado para a Europa onde era considerado como produto de alta qualidade, porém ao longo dos anos a cafeicultura desenvolvida na região do Maciço passou por um processo de perda da qualidade e produtividade, impulsionados por uma política de erradicação das áreas produtoras e substituição do café sombreado pelo café a pleno sol.

Os produtores que aderiram a esse sistema não prosperaram, pois, as condições edafoclimáticas locais não suportavam tal sistema de produção, durante o período chuvoso as áreas sofriam erosão devido a declividade acentuada e a falta de cobertura vegetal e nos períodos de escassez hídrica as plantas não suportavam a estiagem prolongada. Os solos rapidamente tornaram-se improdutivos e a cultura foi gradativamente sendo abandonada (SAES; SOUZA; OTANI, 2001).

O sistema de cultivo de café a pleno sol no município de Baturité ocasionou a remoção da mata nativa e perda da fertilidade do solo. Após alguns anos de elevada produção, o solo se tornou infértil e incapaz de reter umidade, tornando a cafeicultura uma pratica inviável para os agricultores de Baturité neste período. (SAES; SOUZA; OTANI, 2001).

O fracasso do café a pleno sol no município de Baturité se deu devido a uma sucessão de equívocos. Não se considerou, por exemplo, as condições climáticas tão pouco a topografia acidentada da região (SAES; SOUZA; OTANI, 2001) fazendo com que a remoção da vegetação que sombreava o café resultasse no desgaste e empobrecimento do solo.

Os solos do Nordeste brasileiro são naturalmente ácidos e possuem baixos teores de matéria orgânica. A matéria orgânica é uma das principais responsáveis por equilibrar o pH de solos ácidos, por elevar a Capacidade de Troca de Cátions, é fonte de nutrientes e atua na proteção o solo contra a erosão (PRIMO; MENEZES; SILVA, 2011).

O cultivo em sombreamento, também classificado como Sistema Agroflorestal (SAF), proporciona um suprimento constante de matéria orgânica, Costantin (2009) descreve que o dossel formado pela copa das árvores proporcionam proteção ao solo, através da deposição da camada de material orgânico, continuamente gerada pela queda das folhas e ramos das árvores protegendo o solo contra erosão, reduzindo o escoamento superficial, proporcionando um maior tempo de infiltração da água, reduzindo a temperatura do solo, elevando o teor de matéria orgânica e, consequentemente, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Depois da extensa crise que fez o país voltar seus esforços para localizar as áreas mais adequadas para a cafeicultura, que atualmente localizam-se nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rondônia e São Paulo, O Brasil superou os obstáculos impostos a produção do café, tornando-se o maior exportador mundial de café, segundo o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CECAFÉ) o país exportou 35 milhões de sacas de 60 kg do produto na safra de julho de 2015 a junho de 2016 (CECAFÉ, 2017).

O Brasil conseguiu superar a crise mantendo o café como fonte geradora de renda, porém a região da serra do maciço de Baturité até hoje não retomou a produção de outrora e tão pouco recebeu investimentos e orientações necessárias a produção de café que considerassem as condições edafoclimáticas típicas da região. O café até hoje não foi substituído por outro produto de igual valor e existem poucas informações disponíveis sobre as áreas destinadas à cafeicultura sombreada que ainda resistem no município, principalmente sobre a localização, os arranjos produtivos utilizados, condições químicas do solo, dentre outros. Tornando ainda mais difícil o desenvolvimento de estudos e a adoção de medidas e que visem a retomada da produção do café em Baturité (ALCÂNTARA, 2009).

A limitação de informações no município de Baturité, sobre a cafeicultura, pode ser amenizada a partir do uso de técnicas de geoprocessamento, que auxiliarão no planejamento e gestão das áreas destinadas a cafeicultura, através da criação de um Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com áreas produtoras de café no município de Baturité que facilitará tanto o acompanhamento para obtenção de índices de produtividade, variação de tamanho das áreas

produtoras ao longo do tempo bem como de futuras pesquisas que venham a ser desenvolvidas nas áreas mapeadas, podendo servir como subsidio para a revitalização da cafeicultura sustentável na região.

O geoprocessamento tem sido frequentemente utilizado para agilizar o planejamento agrícola através o uso de imagens de satélite e mapeamento, são identificadas, por exemplo, áreas mais propícias para determinada cultura, levando em consideração aspectos climáticos, os tipos de solo, elevação, dentre outros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Mapear e analisar a qualidade do solo em áreas produtoras de café sombreado no município de Baturité.

2.2 Objetivo específico

- Elaborar um mapa das propriedades rurais que possuem áreas de café sombreado no município de Baturité;
- Realizar análises de solo comparativas em áreas com cultivo de café sombreado com área de mata nativa;
- Criar um banco de dados espacial para permitir uma maior compreensão da realidade local através da análise integrada dos dados de forma a auxiliar a elaboração e o desenvolvimento de projetos futuros na região.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A trajetória do café no Maciço de Baturité

As primeiras plantas de café no Estado do Ceará datam do ano de 1747 localizadas na fazenda Santa Úrsula, município de Meruoca, com fins ornamentais. Posteriormente o café foi levado as serras de Baturité, Aratanha, Pacatuba, dentre outras (ALCÂNTARA, 2009).

O café foi introduzido na região serrana do Maciço de Baturité em 1822, quando Antônio Pereira de Queiroz Sobrinho plantou em Guaramiranga, em sistema de pleno sol, sementes trazidas do Cariri, seguindo-se outras áreas de cultivo com sementes provenientes do Pará. O cultivo ao sol proliferou-se, motivando pioneiros e adeptos depois de 1845, com a

migração para a Serra de parte da população expulsa pela seca, segundo Saes, Souza e Otani (2001).

Em virtude da abundância de plantas, o café passou de item ornamentação para item de comercialização em estados vizinhos ao nordeste, além de ser exportado em menores quantidades para o exterior. No século XIX, o município de Baturité passa a ter o café como sua principal fonte de renda, a cafeicultura atingiu seu ápice nesse período e a região chegou a fornecer 2% de toda a produção brasileira de café. Há relatos, da época, de que o café de Baturité era um dos mais apreciados nas cafeterias francesas (SAES; SOUZA; OTANI, 2001).

A expansão dos cafezais em Baturité no sistema pleno sol resultou na derrubada da mata nativa e na exaustão dos solos. Após algumas décadas de produção elevada, o solo tornou-se infértil e incapaz de reter umidade, tornando a cafeicultura e o vigor produtivo das plantas inviável. Para contornar a situação tentou-se realizar a arborização das áreas com mangabeiras e maniçobas, porém a tentativa não foi bem-sucedida e apenas em 1862, há registros de consórcios bem-sucedidos com leguminosas como o camunzé (*Pithecolobium polycephalum*) e a ingazeira *(Inga edulis)* que além de proteger os cafezais do sol auxiliaram na produção de húmus proveniente das folhas que caiam, outro fator importante a ser considerado diz respeito ao enriquecimento o solo com nitrogênio (SAES; SOUZA; OTANI, 2001).

O plantio do café arborizado com leguminosas fez com que as plantas ressurgissem, nas áreas plantadas em 1849 e nas arborizadas em 1904 com ingazeiras. Como algumas plantas morreram em decorrência dos fatores edafoclimáticos tiveram que ser substituídas, porém no ano de 1945 cerca de sessenta por cento das plantas que tinham mais de noventa e seis anos (implantadas em 1849) ainda se apresentavam vigorosas e produtivas (SAES, SOUZA E OTANI, 2001).

No ano de 1960 o Programa de Erradicação de Cafezais promovido pelo Instituto Brasileiro do Café (IBC) dizimou grande parte da lavoura de ca

Desde então a produ

espacialmente. É uma das principais ferramentas do geoprocessamento por permitir a obtenção qualitativa e quantitativa de dados computacionais geográficos possibilitando a gestão dos recursos e aplicação de técnicas otimizadas baseadas em diagnóstico georreferenciados (CAVALLARI; TAMAE; ROSA, 2007).

Diversos autores relatam o uso de ferramentas de geoprocessamento no planejamento agrícola. Vieira *et al*. (2007) afirma que a utilização de geotecnologias tem sido empregada para agilizar estudos e planejamento agrícola fornecendo subsídios para o gerenciamento sustentável do ambiente agrícola. Moreira *et al*. (2007) fez uso de imagens de satélite para mapear as áreas de café em Minas Gerais a fim de obter estimativas de tamanho de área plantada e sua produtividade, Meireles *et al*. (2007) se utilizaram de ferramentas de geoprocessamento para realizar o zoneamento climático para a cultura do café, identificando áreas propícias a implantação da cultura.

3.4 Solo e matéria orgânica

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) em sua terceira edição define solo como coleções de corpos naturais, formados por partes sólidas, líquidas e gasosas que possuem estrutura definida (tridimensionais), estão em constante processo e evolução (dinâmicos), são compostos por materiais minerais e orgânicos em sua constituição, podem ser vegetados e eventualmente sofrer alterações antrópicas (EMBRAPA, 2013).

Para Gomes, Lobo e Alvarenga (2013) o solo é um recurso natural essencial para o estabelecimento e desenvolvimento da vida, pois é nele que crescem e se desenvolvem as plantas utilizadas como fonte de alimento. A manutenção da sua capacidade produtiva, através do uso racional, é de grande importância, principalmente para o Brasil, tendo em vista a grande significância que o setor agropecuário exerce na economia.

A fertilidade do solo está relacionada a quantidade de nutrientes presente na sua parte mineral e orgânica, essa quantidade pode ser alterada pela aplicação de fertilizantes químicos, corretivos de pH, fertilizantes orgânicos e pelo manejo (LEPSCH, 2016).

Os solos de regiões tropicais tendem a ser altamente intemperizados fazendo com que o teor de matéria orgânica seja geralmente baixo. O conteúdo de matéria orgânica presente no solo é regulado por três fatores principais, são eles: a produção primária de material orgânico, a distribuição dos fotoassimilados entre as raízes e a parte aérea da planta e a velocidade com que o material orgânico se decompõe (BATJES, 1996). O estádio final dos compostos de carbono no solo são as substâncias húmicas, que representam cerca de 30% a 80% do húmus

total (KONONOVA, 1981). A dinâmica da matéria orgânica na solo influência os processos físicos, químicos e biológicos e determina, na maioria das vezes, o comportamento químico e a fertilidade do solo (CANELLAS *et al*., 2006).

A matéria orgânica no solo (MOS) abrange elementos vivos e não-vivos. Os elementos vivos são representados pelas raízes das plantas e os organismos (micros e macros) presentes no solo, constituindo aproximadamente 4% do seu total. Os componentes não-vivos, denominados de matéria macrorgânica, é composta por resíduos de plantas em diferentes níveis de decomposição, substancias humidificadas e não humidificadas. A MOS também é considerada o maior depósito de carbono superficial da Terra, porém este reservatório é dinâmico, podendo ser alterado pelas práticas de manejo do solo (PRIMO; MENEZES; SILVA, 2011).

As florestas são consideradas ecossistemas naturais e os solos dessas áreas estão em equilíbrio com o ambiente e com a vegetação, no ambiente agrícola esse equilíbrio é rompido, fazendo com que o solo seja mais susceptível a degradação, como evidencia Bahia *et al.* (1992). O uso do solo de acordo com a sua aptidão agrícola, é uma das diversas ações como podem ser tomadas a fim de minimizar os impactos gerados pela agropecuária nos solos, como descrevem Curi *et al.* (1992).

A realidade encontrada na agricultura familiar camponesa desenvolvida na região semiárida do Nordeste brasileiro desenvolve a agricultura em sistemas agrícolas onde não há entrada de fontes externas de nutrientes, na qual a MOS é a principal fonte provedora de nutrientes. A conservação e incorporação de MOS em solos do Nordeste brasileiro é se suma importância, pois os solos encontrados na região são naturalmente ácidos, devido a presença de óxidos de alumínio, fator que resulta em teores de MOS baixos. A incorporação de matéria orgânica em solo de baixa fertilidade e baixo pH promove o aumento da Capacidade de Toca de Cátions (CTC), a correção acelerada da acidez (tendendo a deslocar o pH próximo ao ponto de neutralidade) e melhoria na fertilidade (PRIMO; MENEZES; SILVA, 2011).

Alguns solos são mais susceptíveis a erosão que outros, de acordo com as suas características físicas como textura, permeabilidade e profundidade. Os solos com textura arenosa são erodidos mais facilmente, porém a permeabilidade é outro fator importante, se um solo argissolo e um latossolo possuírem condições análogas de textura e relevo o argissolo está mais susceptível a erosão, pois sua permeabilidade é comprometida devido a presença do

horizonte com acumulo de argila, que dificulta a permeabilidade a água, da mesma forma, solos mais rasos são mais erodíveis que solos mais profundos (LEPSCH, 2016).

3.5 Cultivo de café sombreado versus monocultura

As plantas, assim como os animais, passaram por um processo evolutivo e adaptativo que selecionou indivíduos mais adaptados as condições de adversidades impostas pelo ambiente, logo surgiram organismos ajustados as condições climáticas específicas. Porém com o advento da agricultura espécies vegetais foram retiradas de seus habitats naturais e inseridas em condições diferentes das quais estavam adaptadas, nesse contexto a planta de café aparece como um perfeito exemplo.

A planta de café é originaria da etiópia e se desenvolveu em meio a mata, em regiões próximas ao equador. Inicialmente seu cultivo comercial se deu em sombreamento em diversas partes do mundo, porém no Brasil o café foi cultivado inicialmente a pleno sol e em sistema de monocultura, utilizando-se do processo de derrubada e queimada da mata nativa, como era tradicionalmente feito para a cana de açúcar e o algodão (DEAN, 1997).

Em meio à preferência da monocultura, alguns autores como Camargo (1985) alertavam para os erros de condução da lavoura no sistema a pleno sol. Entre as vantagens do cultivo de café sombreado, o autor aponta a proteção a geadas, aos ventos frios e às secas, a longevidade da cultura, a reumificação do solo, o combate à erosão e a obtenção de um produto de melhor qualidade. Esses fatores eram demonstrados por sua análise empírica desenvolvida em propriedades em Pernambuco e Bahia. Nos lugares pesquisados, em que tinha intensa concentração de chuvas no início do ano e um longo período de estiagem no restante, a produção sombreada apresentava resultados superiores em termos de produtividade.

Mesmo sendo uma espécie originalmente adaptada à sombra, o café no Brasil é comumente cultivado a pleno sol, porém seu cultivo consorciado com espécies arbóreas é uma alternativa viável tanto do ponto de vista econômico quanto conservacionista.

O uso da arborização tem o objetivo de reduzir a exposição das plantas as adversidades climáticas como geadas, excessos de radiação solar, temperaturas elevadas e ventos excessivos, proporcionando ainda a melhora da fertilidade do solo e reduz a lixiviação de nutrientes (VAAST *et al*., 2006).

"Entre as diversas técnicas de manejo utilizadas pela agricultura surgiram os sistemas agroflorestais (SAFs), que são formas de cultivo em que se consorciam, em uma mesma área, espécies arbóreas e cultivos agrícolas e, ou, animais" (SALGADO *et al*., 2006).

Os benefícios dos SAFs são diversos, em sistemas de cultivo convencionais o solo geralmente se encontra exposto, sujeito a ação danosa da chuva, vento, temperatura e outros fatores que comprometem sua qualidade química, física e biológica. As chuvas, por exemplo, quando atingem áreas com declividade acentuada e que não possuem cobertura vegetal ocasionam erosão e lixiviação, reduzindo a fertilidade do solo. O vento, ao entrar em contato direto com a camada mais superficial o solo tem o poder de remover partículas, essa condição se agrava caso o fogo seja utilizado para realizar a limpeza da área. A incidência direta de radiação solar causa prejuízo biológico, afetando a microfauna do solo, responsável dela mineralização da matéria orgânica, a radiação também eleva a perda de água por evaporação devido ao aumento da temperatura do solo. Ao relatar as melhorias que as árvores oferecem aos agroecossistemas, Altieri (2012) destaca a melhoria na produtividade, influenciando nas características do solo, na hidrologia, no microclima e componentes biológicos do solo.

"O cultivo da lavoura cafeeira em sistemas agroflorestais, visa o maior retorno econômico, aliado à melhor qualidade do produto final e à utilização sustentada dos recursos naturais". Além de possibilitar ao agricultor a obtenção de renda extra, advinda das espécies utilizadas no consórcio, os SAFs reduzem a necessidade do uso de adubos devido a alta produção de fitomassa (SALGADO *et al*., 2005).

Costantin (2009) destaca a melhoria na capacidade produtiva da terra devido a fertilização natural realizada pela ciclagem de nutrientes geran

4 METODOLOGIA

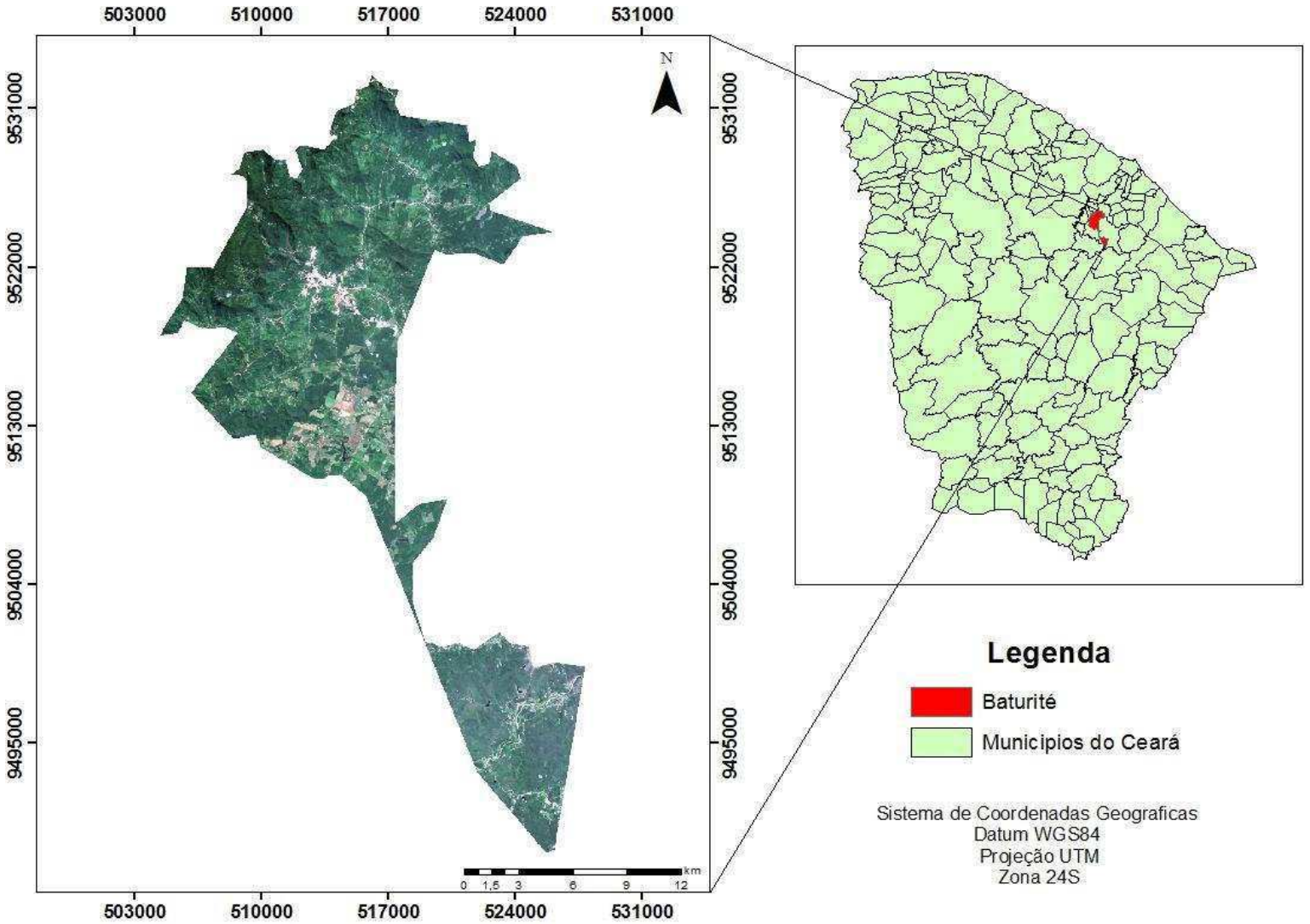
4.1 Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Baturité, nos meses de setembro, outubro e novembro do ano de 2017, tendo como objetivo mapear e analisar a qualidade do solo em áreas produtoras de café sombreado no município.

Baturité está localizado na região nordeste do Brasil, no estado do Ceará entre a latitude de 04º 19’ 43” S e a longitude de 38º 53' 05" W (Figura 1). Tem como municípios limítrofes Redenção, Pacoti, Guaramiranga ao Norte, Capistrano, Itapiúna, Ibaretama ao Sul, Aracoiaba, Redenção ao Leste e Guaramiranga, Mulungu, Capistrano ao Oeste. Apresenta altitude média de 175 m e área de 385,581 Km^2 segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2016).

A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2017) e o IPECE (2016) caracterizam Baturité como sendo de clima tropical quente sub-úmido, com pluviosidade anual de 1.089,7 mm, temperatura média de 26°C a 28°C, o período chuvoso se dá nos meses de janeiro a maio. Apresenta solos do tipo Aluviais, Planossolo Solódico e Podzólico Vermelho-Amarelo. Quanto ao relevo apresenta maciços residuais com vegetação do tipo caatinga arbustiva densa, floresta subcaducifólia tropical pluvial e floresta subperenifólia tropical pluvio-nebular.

Figura 1. Mapa de localização do município de Baturité.



Fonte: Max F. Santos, 2017.

4.2 Levantamento de dados

A identificação da propriedade, bem como do sistema produtivo, se deu através da aplicação de um questionário semiestruturado (Figura 2) em sete áreas produtoras de café sombreado. O questionário abordava os seguintes tópicos: tamanho da propriedade, tamanho da área plantada com café, idade das plantas de café, produção média anual de café, identificação das plantas cultivadas com café, manejo e tratos culturais nos cafeeiros. As entrevistas foram realizadas na casa dos agricultores responsáveis pela produção dos cafezais.

Figura 2. Questionário semiestruturado aplicado nas propriedades produtoras de café sombreado mapeadas em Baturité-CE.

1. Qual é o nome da propriedade?
2. Qual é o tamanho da propriedade?
3. O que é produzido?
4. Qual é o tamanho da área plantada com café?
5. O café é adubado?
6. Quais adubos são usados?
7. As plantas de café são atacadas por alguma praga/doença?
8. Quais as pragas/doenças mais frequentes?
9. Em média quantos anos tem as plantas de café?
10. Quantas vezes o café é colhido no ano?
11. Como é realizada a colheita?
12. Qual é a produção média anual de café?
13. O café teve redução na produção?
14. Há diferença na produção de antigamente e a de hoje? Quando o café foi mais produtivo?
15. Quais plantas são cultivadas junto com o café?
16. Quais os tratos culturais são realizados nos cafeeiros? (Poda, capina, substituição de plantas)
17. A produção é comercializada? Para quem?

Fonte**:** Max F. dos Santos, 2017

4.3 Mapeamento das áreas produtivas de café

Durante a etapa de mapeamento coletou-se as coordenadas geográficas em cada área cultivada com café com o auxílio do GPS (Sistema de Posicionamento Global). O GPS utilizado foi o modelo Garmim 76CSx e o sistema de referência espacial adotado foi o UTM com Datum WGS84 Zona 24S (Figura 3). Os dados foram tabulados em planilha Microsoft Excel^{TM} para manipulação em ambiente SIG (Sistemas de Informações Geográficas).

Figura 3. Ilustração do GPS utilizado na coleta das coordenadas geográficas das propriedades rurais.

Fonte: Max F. dos Santos,2017.

4.4 Coleta de solo

Foram selecionadas 3 propriedades distintas para a realização das coletas e análises de solo. As propriedades 1, 2 e 3 tiveram solo coletado de duas áreas distintas: área com café sombreado e área de mata nativa que foi utilizada como padrão de referência. As coletas das amostras de solo foram realizadas nos dias 28 de setembro de 2017 na propriedade 1, no dia 26 de outubro de 2017 na propriedade 2 e no dia 7 de novembro de 2017 na propriedade 3. A amostragem foi realizada por caminhamento em ziguezague, foram coletadas amostras nas profundidades de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm com auxílio de um trado holandês (Figura 4).

Figura 4. Ilustração do trado holandês utilizado nas coletas de solo.

Fonte: Max Ferreira dos Santos, 2017.

Cada amostra de solo é composta por 4 amostras simples, coletadas com trado holandês na região da projeção da copa das plantas de café, distantes cerca de 1m do caule da planta. O procedimento de coleta consistiu em retirar amostras simples nas profundidades de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm que foram colocadas em baldes plásticos para a homogeneização do solo amostrado (Figura 5). No total foram coletadas 48 amostras simples para compor as 12 amostras compostas das três áreas de café sombreado. As amostras foram identificadas, acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o Laboratório de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará onde foram determinadas as características químicas dos solos amostrados.

Figura 5. Baldes plásticos utilizados na coleta do solo.

Fonte: Max F dos Santos, 2017.

Nas áreas de mata nativa o procedimento foi semelhante, contudo foram coletadas apenas amostras simples que totalizaram 12 amostras. A adoção de amostras simples para a área de mata nativa se deu devido a homogeneidade presente nessas áreas, tendo em vista que as florestas são consideradas ecossistemas naturais e os solos dessas áreas estão em equilíbrio com o ambiente e com a vegetação, segundo Bahia *et al.* (1992), as amostras simples se tronam representativas. Vale ressaltar que antes de realizar a coleta, a serapilheira existente na superfície do local a ser perfurado com trado foi removida (Figura 6). Esse procedimento foi realizado tanto nas áreas de café quanto nas de mata nativa.

Figura 6. Ilustração do procedimento de coleta das amostras de solo com trado holandês na área de café sombreado.

Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

A coleta do solo foi realizada para compor um estudo do tipo comparativo do pH, considerando a acidez ativa (atividade dos íons hidrogênio em solução) e teores de Carbono orgânico total (C), fósforo (P) e potássio (K) dos agroecossistemas com o solo coberto com mata nativa a fim de comparar diferenças existentes entre a área cultivada com café e a área coberta com mata nativa presente nas respectivas propriedades.

O teor de carbono orgânico total (COT) presente no solo foi determinado pelo método de oxidação da matéria orgânica com $K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol/L em meio sulfúrico, conforme Yeomans & Bremner (1988), com fonte externa de calor, utilizando bloco digestor a 170 °C pelo tempo de 30 minutos. O excesso de dicromato, após a oxidação, foi titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal ($Fe(NH4)_2(SO_4)_2.6H_2O$) de 0,2 mol L^{-1}.

O fósforo (P) disponível e o K^+ trocável foram extraídos com o uso de 100 mL de solução extratora de Mehlich I (HCL 0,05M + H_2SO_4 0,0125M) e 10 g de TFSA (Terra fina seca ao ar), agitados por 5 minutos, seguido de repouso por 12 horas de acordo com metodologia desenvolvida por Mehlich (1953) descrita pela EMBRAPA (1997). A determinação de P disponível foi feita por fotocolorimetria com comprimento de onda 660 nm, enquanto a do K^+ trocável foram determinadas por fotometria de chama.

4.5 Elaboração dos mapas

Para a elaboração do mapa de localização das propriedades amostradas foi utilizado uma imagem obtida do satélite Landsat 8, datada do dia 26 de junho de 2017 para plotagem dos pontos coletados com GPS. Para tanto, utilizou-se o software ArcGIS 10.4.1 para obtenção da combinação das bandas 4,3,2 da imagem na composição de cor natural que foi associada ao limite do município de Baturité e aos pontos referentes a localização das propriedades pesquisadas.

4.6 Análise estatística

Os resultados dos atributos químicos do solo foram submetidos ao teste de T pareado, a 5 % no programa estatístico R (R Development Core Team), visando a comparação separada do pH, teores de potássio, fósforo, e carbono presentes nas profundidades de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm das áreas de café sombreado com as áreas de referência (mata nativa).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das áreas mapeadas

Foram mapeadas sete áreas produtoras de café sombreado no município de Baturité. As áreas receberam um código P (propriedade) e a numeração de 1 a 7. As sete áreas estão implantadas em solos com declividade acentuada e são cultivadas no sentido da declividade sem adoção de plantios em curva de nível. A medida utilizada pelos agricultores para

quantificar a produção de café beneficiado é denominada de saca, cada saca de café beneficiado corresponde a 60kg do produto.

A Propriedade 1 (P1) possui um sistema de produção que integra mata nativa (ingá), bananeiras e café (Figura 7), porém, devido ao período de seca prolongada nos últimos anos a produção de café reduziu em relação aos anos anteriores. Entre os anos de 1996 á 2007 a produção variava de 13 a 21 sacas de café beneficiado por ano, nos anos de 2015 e 2016 foram colhidas 4 sacas e no ano de 2017 a produção foi inexpressiva, a ponto de não ter sido realizada colheita. Não se sabe a idade certa das plantas, porém estima-se que elas tenham mais de 100 anos. As podas nas plantas de café são realizadas a cada 4 anos e a área é roçada uma vez por ano, além disso não é realizada a aplicação de adubação mineral no cafezal e tão pouco de defensivos químicos, uma vez que as plantas não são atacadas por pragas e doenças.

A área de mata nativa da propriedade 1 (MN1) onde foram realizadas as coletas de solo possui declividade mais acentuada que a área cultivada com café. A vegetação presente na área de mata possui porte mais arbustivo, enquanto a vegetação da área de café possui vegetação mais densa e de porte arbóreo, porém optou-se por realizar a amostragem nessa área, pois ela era a única em que o acesso para coleta do solo era possível.

Figura 7. Área produtora de café da propriedade 1, sistema Ingá+Banana+Café.

Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

Figura 8. Área cultivada com café na propriedade 2, sistema Ingá+Café.

Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

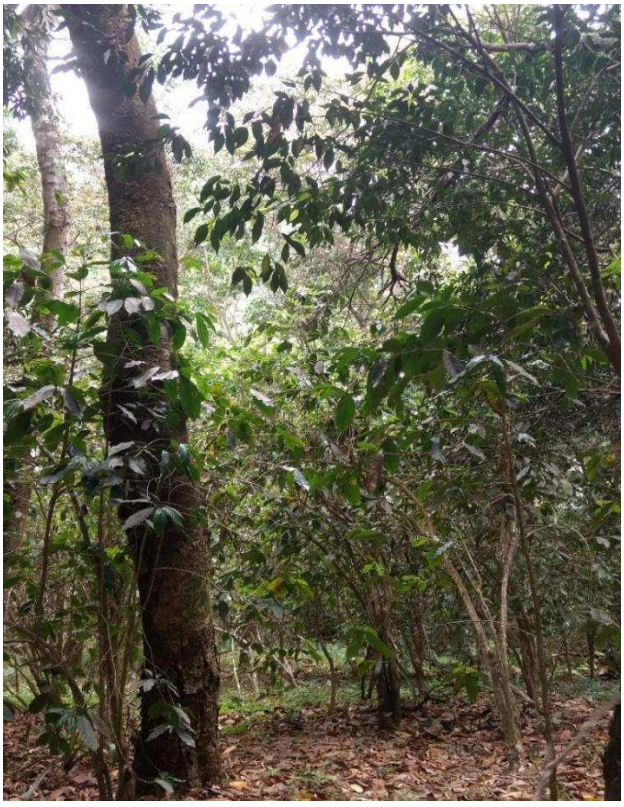
As plantas de café que restaram na propriedade possuem mais de cem anos de idade e são manejadas sem a utilização de adubos sintéticos e defensivos agrícolas. A adubação é realizada a base de esterco coletado dos animais da propriedade. O esterco é curtido por um ano, após esse período são abertas valas entre as linhas de café onde o esterco é introduzido. As plantas recebem poda uma vez por ano, no mês de agosto, entre o período de colheita (em julho) e o de floração (em outubro). A colheita dos grãos é realizada de forma manual e a área é capinada com enxada pelo menos três vezes ao ano. Nos anos anteriores a queimada, a produção da fazenda variava de 80 a 70 sacas de café já pilado, porém hoje estima-se que a produção fique em torno de 40 sacas de café pilado. Não foi relatado ataque de pragas e/ou de doenças a cultura. A área de mata nativa (MN2) onde foram realizadas as coletas possui declividade e vegetação semelhantes as encontradas na área de café.

A Propriedade 3 (P3) possui área total de 10 hectares, onde 2 são cultivados com café. As plantas de café dividem espaço com ingazeiras e tangerineiras (Figura 9). Não são realizadas

podas nem adubação nas plantas de café, porém a área é roçada uma vez por ano. As plantas de café não são atacadas por doenças e/ou pragas apesar do cafezal possuir mais de 60 anos no qual teve seu ápice de produção com 5 sacas de café contendo 60kg cada. Entretanto, no ano passado foram colhidos apenas meia saca de café, contendo cerca de 30kg do produto beneficiado. A área de mata nativa (MN3) onde foram realizadas as coletas possui declividade e vegetação semelhantes as encontradas na área de café.

A Propriedade 4 (P4) tem área total de 80 hectares onde são cultivados cana-de-açúcar, banana e café. A produção agrícola de maior interesse comercial é a cana-de-açúcar, pois a propriedade possui um engenho onde a cana é processada e transformada em rapadura. O café é cultivado em uma área de 2 hectares, separada do restante da propriedade, em meio à mata nativa. O cafezal é adubado apenas com os restos vegetais provenientes das plantas que o sombreiam. Devido à seca prolongada a cultura foi praticamente abandonada, logo nos últimos 5 anos não foram realizadas podas nas plantas de café nem nas plantas que fazem o sombreamento. Anteriormente, a cerca de 16 anos, a fazenda chegou a produzir 60 sacas de café, porem a área plantada era bem maior que a atual já que no ano passado só foram colhidas 2 sacas.

Figura 9. Área de cultivo de café da propriedade 3, sistema de cultivo Ingá+tangerina+café.



Fonte: Max F. dos Santos. 2017.

A Propriedade 5 (P5) pertencia originalmente a P4, porém a área foi desmembrada após ser recebida como herança. A P5 possui 17 hectares onde são cultivados cana-de-açúcar, banana e café. A produção agrícola de maior interesse comercial é a banana e a cana-de-açúcar. O café é cultivado em 3 hectares do sítio, em meio a ingazeiras e bananeiras. O cafezal não é adubado, recebe apenas os restos vegetais provenientes das plantas que o sombreiam. Devido à seca prolongada a cultura teve sua produção bastante reduzida. Nos anos de 2001 á 2008 a produção média era de 9 sacas de café beneficiado ao ano, em 2017 a produção foi de apenas uma saca. Anualmente são realizadas duas capinas com enxada na área plantada com café e a cada 2 anos é realizada uma poda nas plantas.

A Propriedade 6 (P6) compreende uma área de 8 hectares que anteriormente pertencia a P4, porém foi comprada e desmembrada. A cultura de maior interesse é a banana. O sítio possui duas áreas destinadas ao cultivo de café. A maior área possui 2 hectares e integra o cultivo de café e banana, ambos sombreados por ingá, essa área é antiga e as plantas de café possuem mais de 80 anos. A outra área possui 0,5 hectares onde está sendo implantado uma nova cultivar de café denominada Obatã (Figura 10). As plantas dessa área possuem cerda de 1 ano e ainda não estão produtivas, nesse espaço o café consorciado com banana e sombreado com ingá e camuzé são irrigadas por aspersão e recebem adubação de esterco de gado uma vez por ano. Não se sabe os dados históricos de produtividade da área, porém no ano de 2017 foi colhida uma saca contendo 60kg de café beneficiado da área mais antiga. Os tratos culturais realizados nas áreas de café são capina com enxada (duas por ano), roçagem (duas por ano) e uma poda anual, realizada após a colheita dos grãos.

A Propriedade 7 (P7) abrange 50 hectares onde 5 hectares são destinados a produção de café, banana e tangerina ambos sombreados por ingá. O café possui mais de 100 anos e não recebe adubação ou pulverização com defensivos. Até o ano de 2010 a produção média anual era de 30 sacas de café pilado, porém nos últimos 7 anos não foram realizadas colheitas devido à baixa produção. As plantas não recebem poda e a área é roçada uma vez por ano, até mesmo nos anos em que não há colheita.

Figura 10. Mudas de café Obatã consorciadas com bananeiras e ingá.

Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

A Tabela 1 apresenta um resumo do arranjo produtivo de cada propriedade incluindo as principais plantas inseridas na área de plantio, a área total de cada propriedade, a área destinada ao cultivo de café sombreado e o rendimento obtido na última colheita realizada.

Tabela 1. Sistemas de cultivo, tamanho e rendimento das propriedades mapeadas no município de Baturité que produzem café sombreado

Código da propriedade	Arranjo do sistema produtivo	Área total da propriedade (ha)	Área plantada com café (ha)	Rendimento (kg/ha)
P1	Ingá+Banana+Café	21,7	5	48
P2	Ingá+Café	200	4,2	600
P3	Ingá+Tangerina+Café	10	2	15
P4	Ingá+Café	80	2	30
P5	Ingá+Banana+Café	17	3	20
P6	Ingá+Banana+Café	8	2,5	24
P7	Ingá+Banana+Tangerina+Café	50	5	360

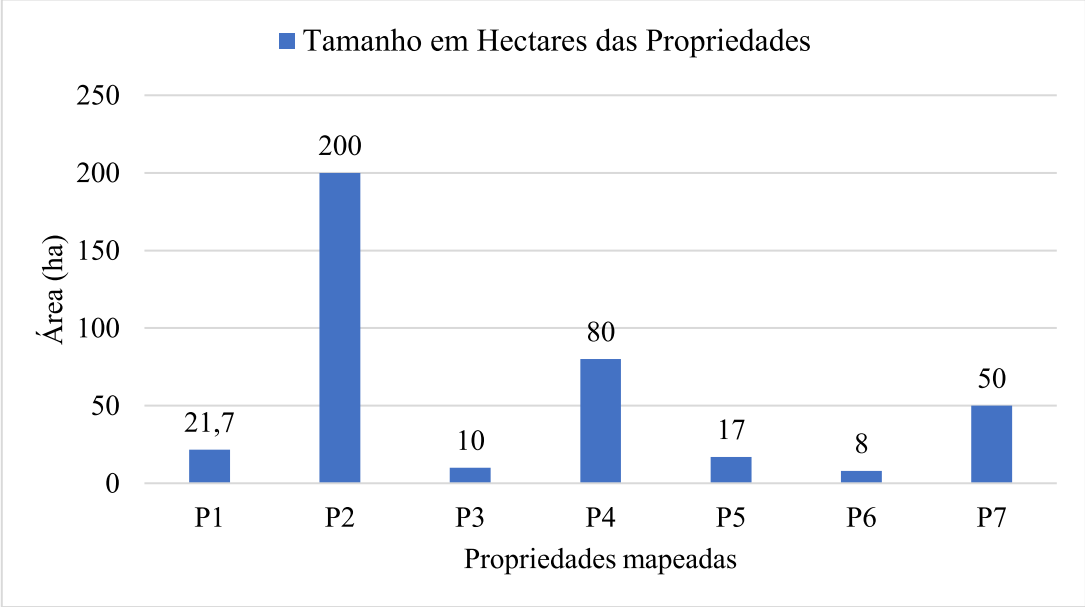
Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

Os sistemas produtivos das unidades mapeadas são compostos por duas ou mais espécies vegetais, sendo o ingá a planta pais utilizada para realizar o sombreamento e a banana é a planta mais utilizada nos SAFs como fonte de renda extra ao produtor, ambas fornecem matéria orgânica para os sistemas avaliados. Salgarello Coelho *et al.* (2013) atesta que o aporte de resíduos orgânicos, associado ao processo de humificação, melhora os atributos do solo e garante a manutenção do sistema produtivo, a inserção de leguminosas no sistema (ingá) além de fornecer nutrientes para o café, tem o poder de melhorar a qualidade da matéria orgânica do solo.

O uso intensivo do solo pode levar a perda da sua qualidade física e química Guimarães *et al*. (2014) classificam os SAFs uma forma alternativa de produção sustentável que atribui maior equilíbrio no agroecossistema, pelo fato de promover um maior aporte de matéria orgânica em relação ao sistema convencional de cultivo encontrado. Um trabalho desenvolvido em 2014 comparando teores de carbono orgânico em sistemas agroflorestais de cultivo de café com sistema a pleno sol, foram encontrados teores superiores de carbono orgânico em sistemas de café sombreados quando comparados ao cultivo a pleno sol.

Nos gráficos 1, 2 e 3 estão expressos os valores de área total das propriedades em hectares (Gráfico 1), área em hectares que é cultivada com café (Gráfico 2) e a quantidade de café beneficiado produzida na última colheita realizada (Gráfico 3). A quantidade produzida na última colheita, anteriormente descrita em sacas de café beneficiado, foi convertida em quilogramas (kg) levando em consideração que cada saca do produto beneficiado possui 60 kg a quantidade de sacas produzida foi multiplicada por 60 (peso em kg de uma saca de café beneficiado.

Gráfico 1. Tamanho das propriedades mapeadas

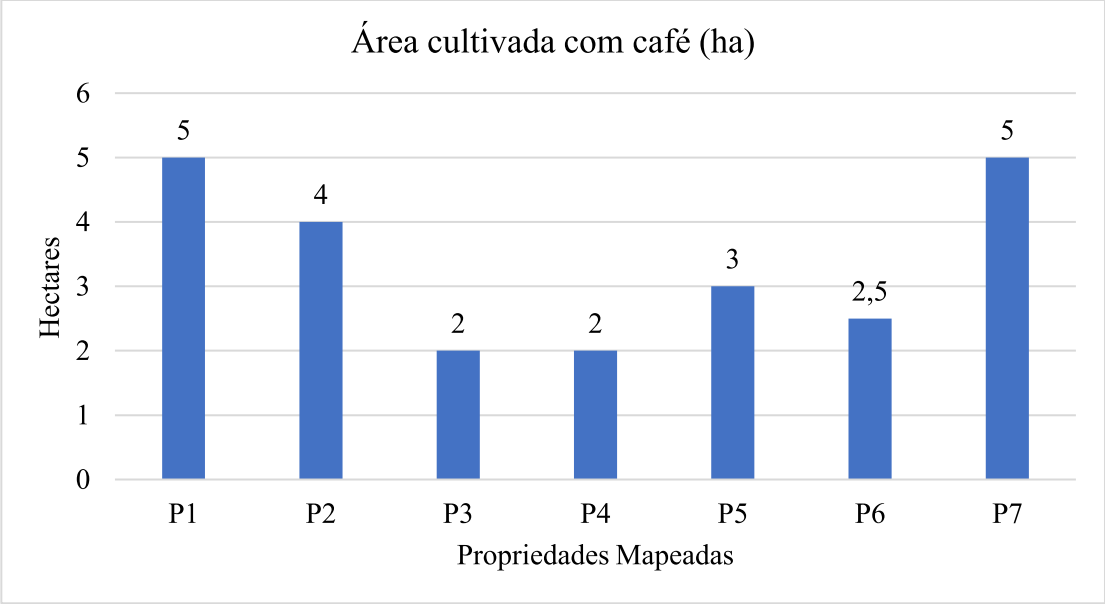


Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

O tamanho total das propriedades variou de 200 hectares na maior propriedade até 8 hectares na menor propriedade. Apesar dessa grande variação na área total, quando avaliamos o tamanho das áreas cultivadas com café não foram observadas grandes diferenças e as propriedades de maior área total não possuíam as maiores áreas cultivadas com café conforme pode ser observado no gráfico 2.

O tamanho das áreas destinadas ao cultivo de café variou de 5 hectares a 2 hectares. As maiores áreas destinadas ao cultivo de café sombreado encontram-se nas propriedades 1 e 7 ambas possuem 4 hectares de café sombreado, seguidas da propriedade 2 com 4 hectares de café, a propriedade 5 com 3 hectares, a propriedade 6 com 2,5 hectares e as propriedades 3 e 4 que possuem 2 hectares de café sombreado

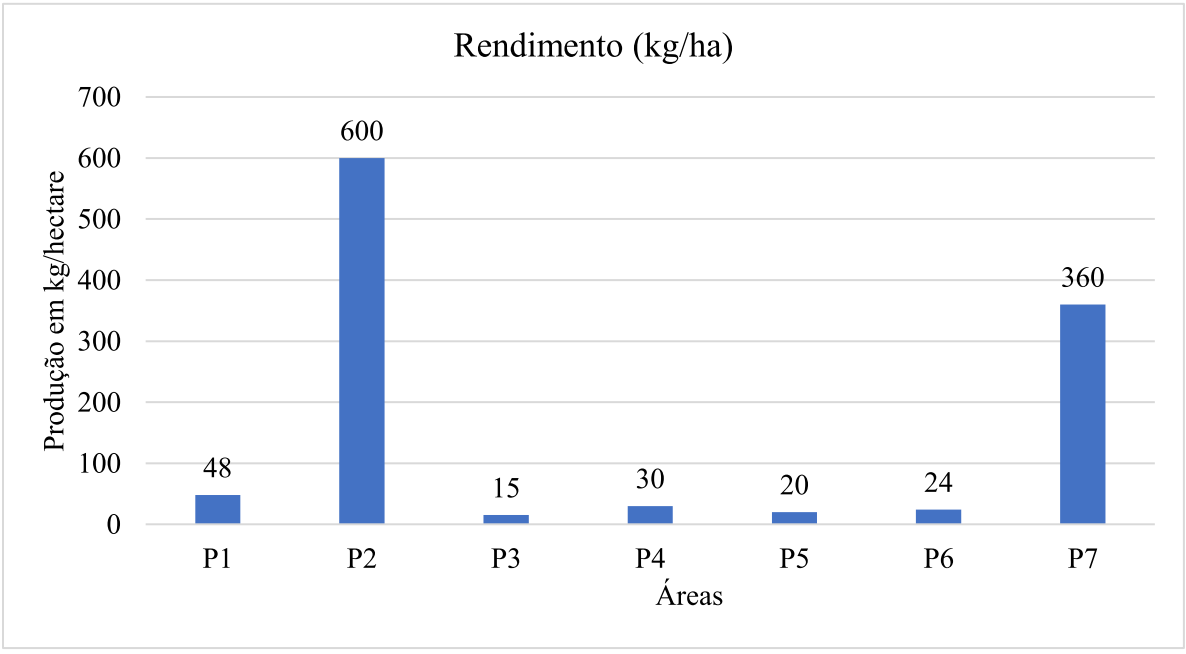
Gráfico 2. Tamanho das áreas destinadas ao cultivo de café das propriedades mapeadas



Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

O gráfico 3 expressa os valores de produtividade (tamanho da área plantada/produção) da última colheita. Evidenciando que a P2 possui a produtividade mais elevada, seguida pela P7, P1, P4, P6, P4 e P3, respectivamente.

Gráfico 3. Rendimento do café beneficiado nas unidades produtivas mapeadas de Baturité-CE



Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

O rendimento elevado na propriedade 2 (600 kg/ha) pode ser atribuído ao manejo realizado nessa área, pois são realizadas podas de limpeza, capina, roçagem e adubação com esterco. As demais propriedades não mais realizam poda nem adubação complementar nas plantas de café. Outro ponto que pode estar relacionado diz respeito ao sombreamento excessivo, com exceção da Propriedade 1, as demais áreas possuem outras espécies vegetais como bananeiras e tangerinas e realizando sombreamento, fator que dificulta a captação da luz solar pelas plantas de café, reduzindo a taxa fotossintética, elevando a competição por água e nutrientes. A propriedade 7 obteve rendimento de 360 kg/ha, contudo essa produtividade é proveniente do ano de 2010, quando os tratos culturais eram realizados, fazem 7 anos que a área é apenas roçada e o café não é colhido, devido à baixa produção.

Quando indagados sobre a queda observada na produção do café nos últimos anos, os produtores relataram que a baixa produção se deve ao regime de escassez hídrica, pois como as plantas não são irrigadas a produção depende exclusivamente da água proveniente das chuvas.

Dados históricos fornecidos pelo IBGE dos anos de 2004 a 2016, indicam que Baturité possui 180 hectares cultivados com café até o ano de 2015, tendo alcançado a maior produção no ano de 2007, atingindo um rendimento médio de 450 kg/ha e a menor produção no ano de 2013, atingindo um rendimento médio de 122 kg/ha. No ano de 2016 houve uma redução de 100 hectares no tamanho total da área destinada ao cultivo de café conforme demonstrado na tabela 2.

Tabela 2. Dados históricos da produção de café no município de Baturité

Ano	Área destinada a colheita (ha)	Quantidade produzida (ton.)	Rendimento (kg/ha)
2004	180	50	278
2005	180	58	322
2006	180	76	422
2007	180	81	450
2008	180	80	444
2009	180	75	417
2010	180	75	417
2011	180	76	422
2012	180	48	267

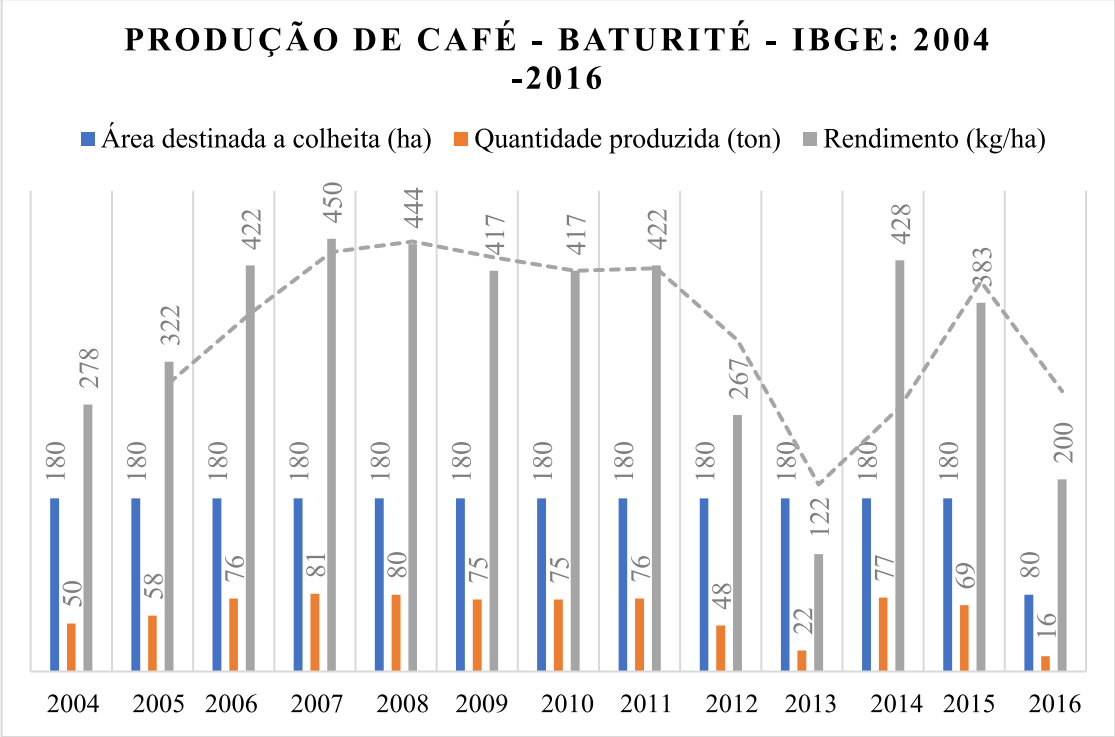
2013	180	22	122
2014	180	77	428
2015	180	69	383
2016	80	16	200

Fonte: IBGE, 2017.

Esses dados apontam uma tendência de redução no rendimento produtivo do café no município, bem como a redução de 55,55% na área total destinada ao cultivo de café em Baturité no período de 12 anos (Gráfico 4).

A redução na produção foi relatada por todos os produtores entrevistados, segundo eles a queda na produção se deve a baixa pluviosidade dos últimos 6 anos, a escassez hídrica fez com que o café tivesse sua produção reduzida, com o passar dos anos a queda na produção fez com que as áreas tivessem redução nos tratos culturais, assim foram deixadas de ser realizadas podas, tanto nas plantas de café quanto nas que fornecem sombra, fator que dificulta a entrada de luz, reduzindo ainda mais a produção. Tal efeito foi descrito por Ricci *et al*. (2006) onde os autores confirmam que o sombreamento reduz a produção de cafezais, principalmente em áreas com sombra muito densa.

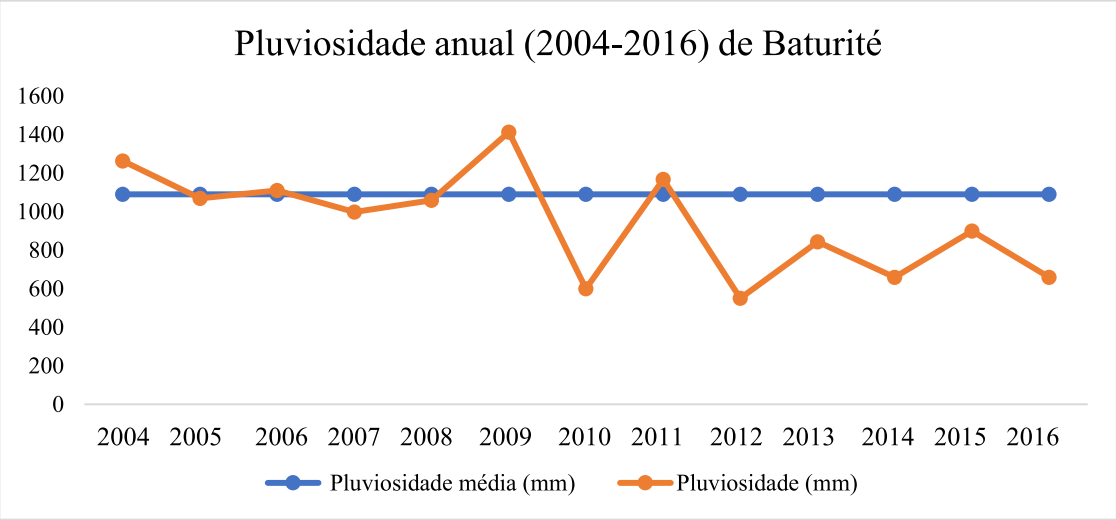
Gráfico 4. Dados da produção de café em Baturité-CE nos anos de 2004 a 2016



Fonte**:** IBGE, 2017.

Os dados de pluviosidade dos anos de 2004 a 2016 do município de Baturité, obtidos na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), confirmam que as chuvas no município de Baturité permaneceram a baixo do valor médio anual esperado que é de 1.089,7 mm, conforme demonstrado no gráfico 5.

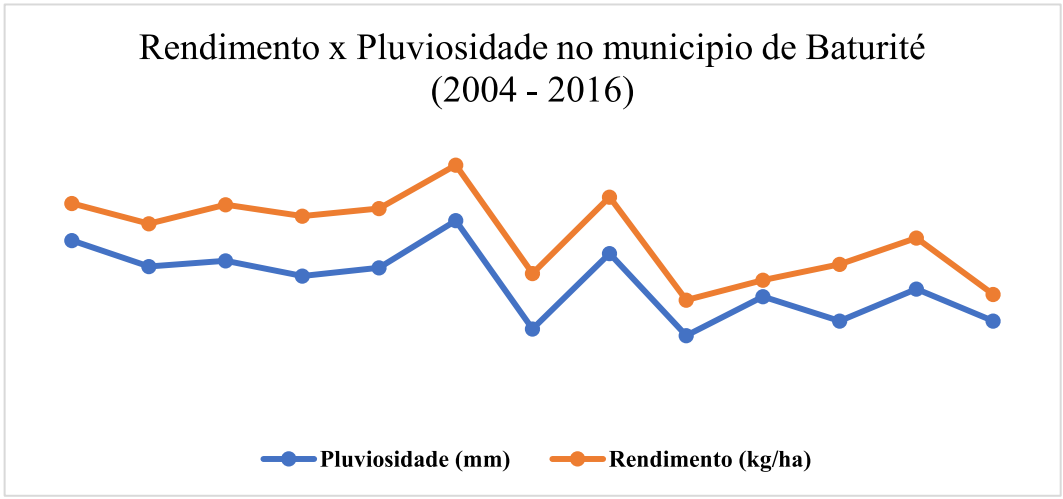
Gráfico 5. Pluviosidade média anual de Baturité dos anos de 2004 a 2016



Fonte: FUNCEME, 2017.

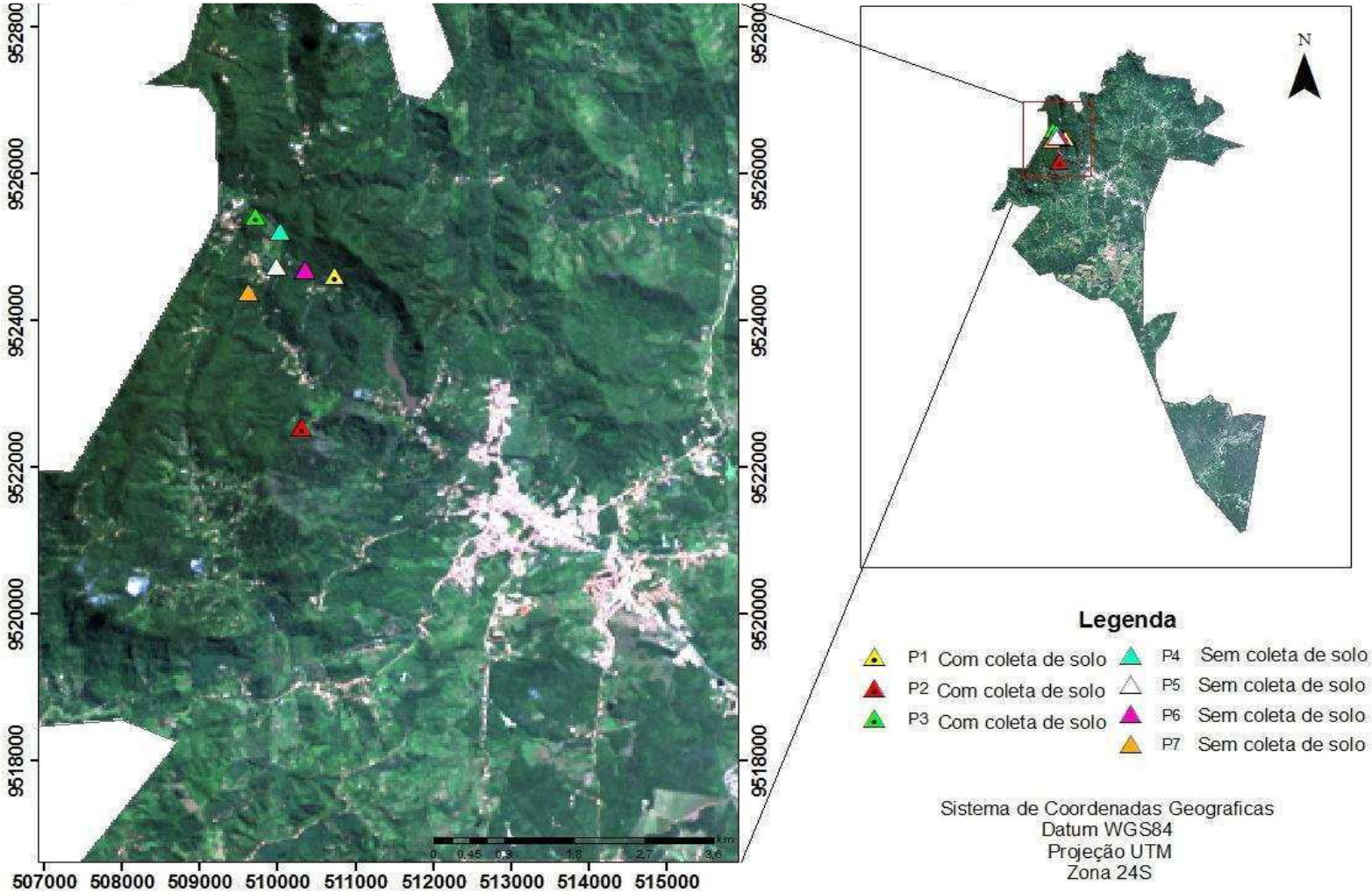
O gráfico 6 faz um comparativo entre o os dados de rendimento da cultura do café fornecidos pelo IBGE e pluviosidade fornecidos pela FUNCEME para os anos de 2004 a 2016, demonstrando que a elevação e redução rendimento do café segue um padrão semelhante ao da pluviosidade, confirmando a relação existente ente os dois dados.

Gráfico 6. Relação da pluviosidade e o rendimento médio da produção de café de Baturité-CE nos anos de 2004 a 2016



Fonte: IBGE e FUNCEME, 2017.

Figura 11. Mapa de localização das propriedades produtoras de café identificadas no município de Baturité.



Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

5.3 Qualidade do solo

Os resultados dos atributos químicos do solo foram submetidos ao teste de T pareado, a 5 % de probabilidade no programa estatístico R (R Development Core Team), visando a comparação do pH, teores de potássio, fósforo, e carbono presentes nas profundidades de 0 a 15 cm e de 15 a 30 cm das áreas de café sombreado com as áreas de referência (mata nativa).

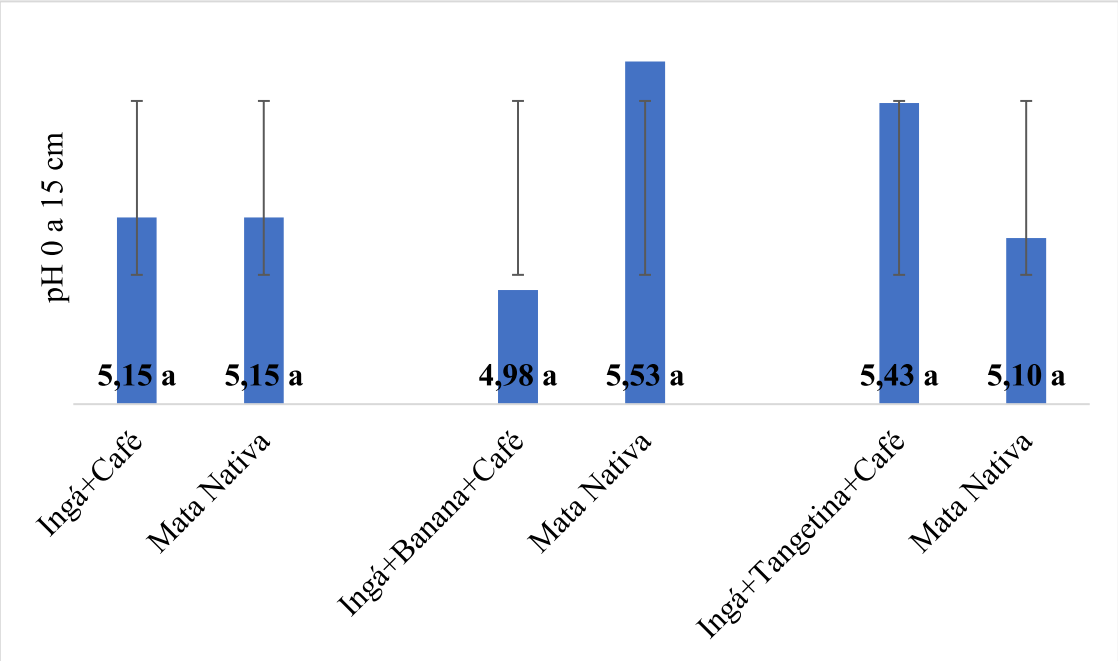
O resultado obtido indica que apenas a média dos teores de carbono orgânico total (COT) da propriedade 1 (P1) que possui o sistema de cultivo que integra ingazeiras, bananeira e cafeeiros apresentou diferença significativa quando comparado a mata nativa (MN1), na profundidade de 15 a 30 cm, tendo teor de C de 9,27 g/kg na área cultivada com café é de 4,00 g/kg na área de mata nativa. As demais áreas de cultivo não apresentaram diferença significativa quando comparados com os atributos da sua respectiva área de referência em igual profundidade.

Os gráficos 7 e 8 trazem os valores de pH nas diferentes profundidades analisadas. O gráfico 7 compara os valores de pH obtidos nos três diferentes sistemas de cultivo em comparação com as respectivas áreas de referência na profundidade de 0 a 15 cm e o gráfico 8 demonstra os valores na profundidade de 15 a 30 cm.

Os valores de pH na profundidade de 0 a 15 cm variam de 4,98 (valor mínimo) observado no sistema de cultivo da propriedade 1 que integra Ingá+Banana+Café a 5,53 (valor máximo) também observado na mata nativa da mesma propriedade. Na profundidade de 15 a 30 cm a variação observada entre o menor e maior valor de pH foi de 5,08 e de 5,50, respectivamente.

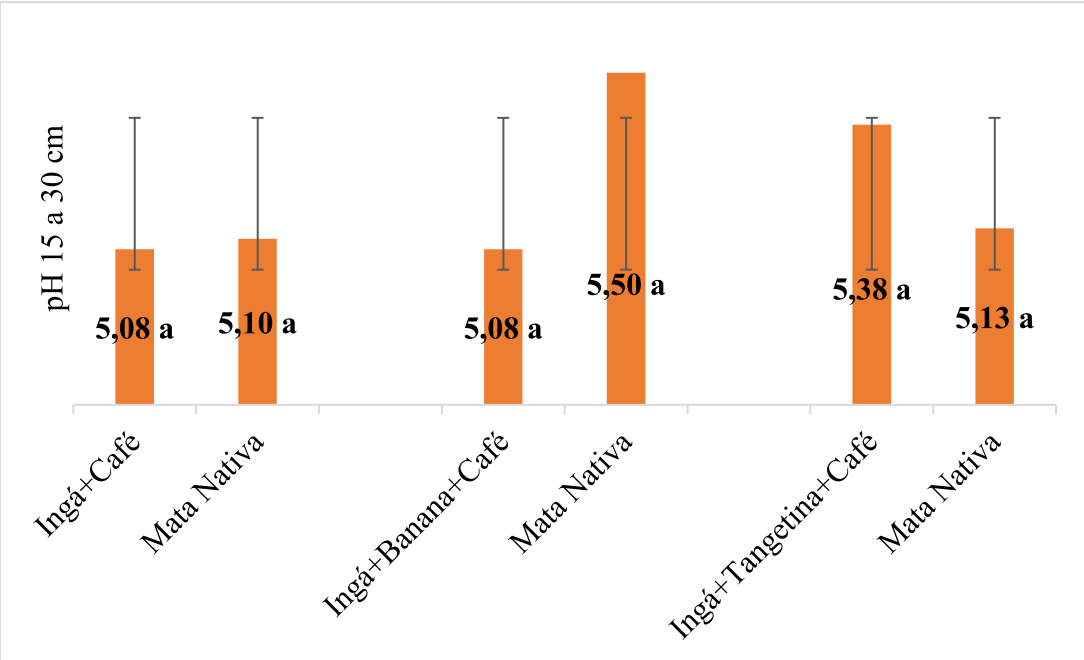
Silva, Lima e Oliveira (2010) informam que o pH do solo ideal para a cultura do café encontra-se na faixa de 5,5 e 6,5. Apenas a mata nativa da P1 que integra o cultivo de Ingá+Banana+Café possui um pH dentro da faixa ideal para a produção de café nas duas profundidades avaliadas.

Gráfico 7. Variação do pH na profundidade de 0 -15 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE



Valores precedidos de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t paramétrico. Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

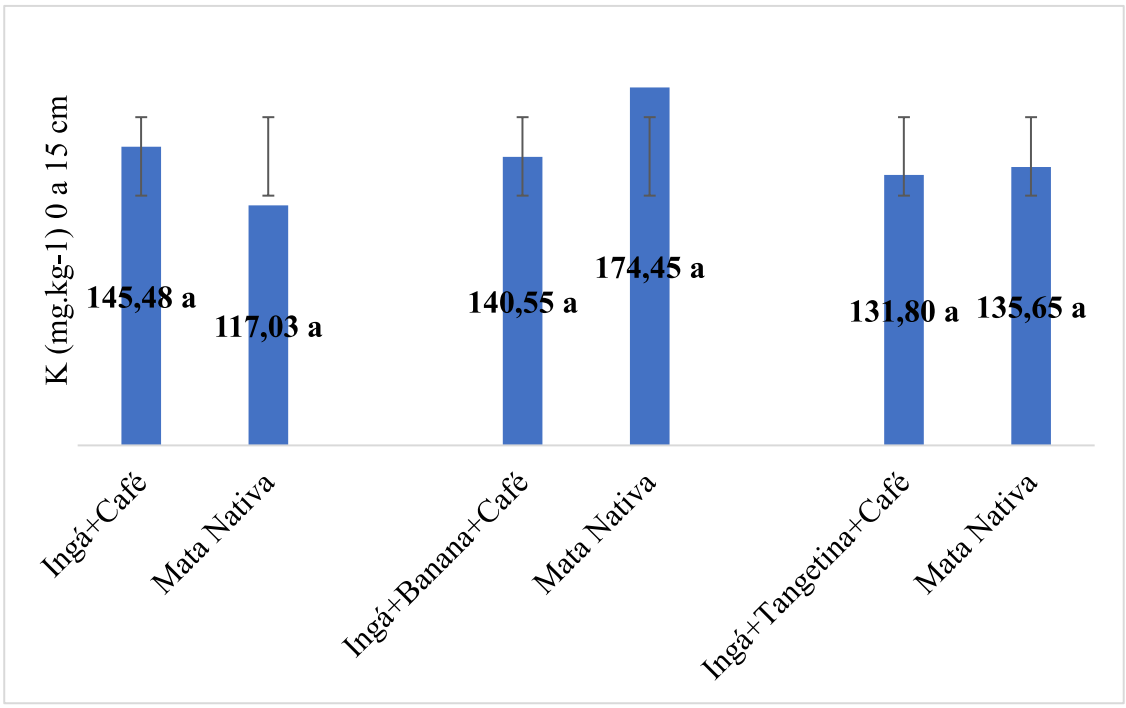
Gráfico 8. Variação do pH na profundidade de 15-30 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE



Valores precedidos de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t paramétrico. Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

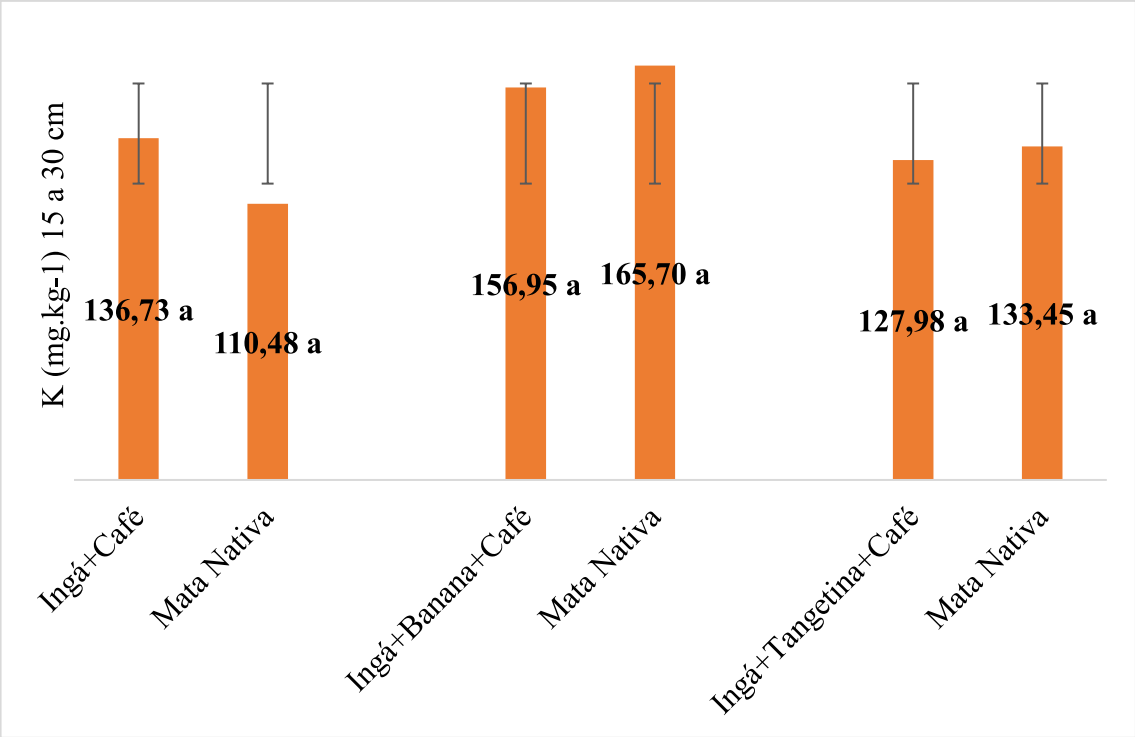
Os gráficos 9 e 10 trazem teores de potássio (K) presentes nas diferentes profundidades analisadas. O gráfico 9 compara os valores de K obtidos nos três diferentes sistemas de cultivo em comparação com as respectivas áreas de referência na profundidade de 0 a 15 cm enquanto o gráfico 10 demostra os valores obtidos na profundidade de 15 a 30 cm. Os teores mínimos de K na profundidade de 0 a 15 cm foram observados na área de mata nativa propriedade 2 (Ingá+Café) (117,03 $mg.kg^{-1}$) e o teor máximo foi observado na área de mata nativa da propriedade 1 (Ingá+Banana+Café) (174,45 $mg.kg^{-1}$). Na profundidade de 15 a 30 cm o menor teor de K (110,48 $mg.kg^{-1}$) foi observado na mata nativa da propriedade 2 (Ingá+Café) e o maior (165,70 $mg.kg^{-1}$) na mata nativa da propriedade 1 (Ingá+Banana+Café).

Gráfico 9. Variação de K na profundidade de 0-15 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE



Valores precedidos de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t paramétrico. Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

Gráfico 10. Variação de K na profundidade de 15-30 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE

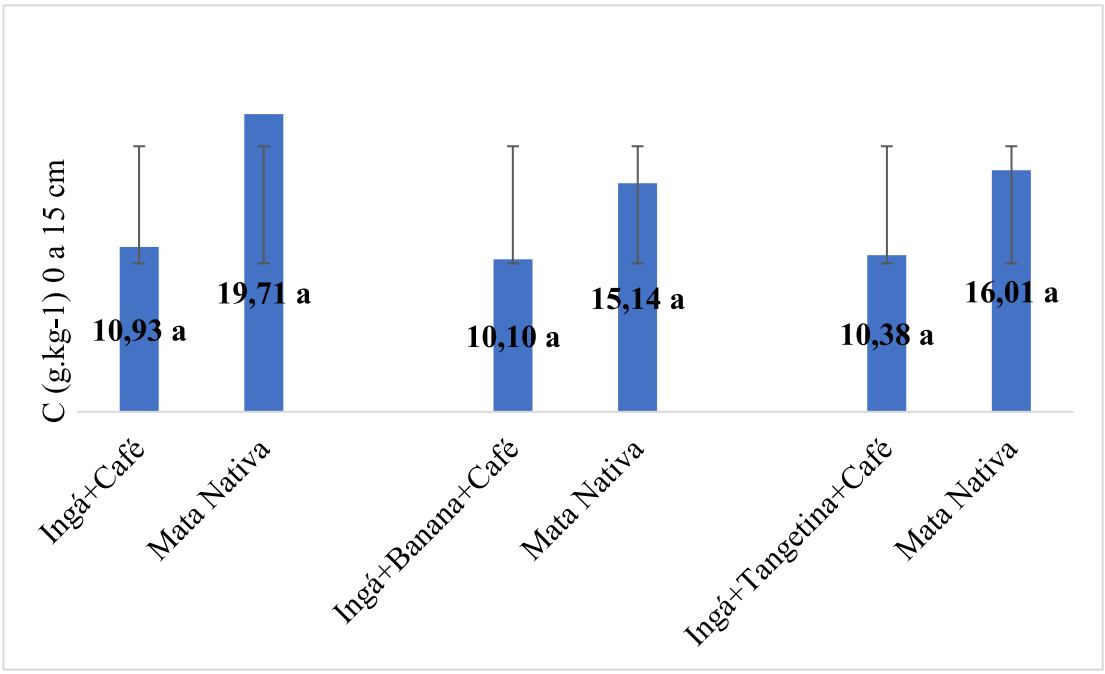


Valores precedidos de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t paramétrico. Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

Os gráficos 11 e 12 trazem teores de carbono orgânico total (COT) presentes nas diferentes profundidades analisadas. O gráfico 11 compara os valores de COT obtidos nos três diferentes sistemas de cultivo em comparação com as respectivas áreas de referência na profundidade de 0 a 15 cm enquanto o gráfico 12 demostra os valores obtidos na profundidade de 15 a 30 cm. O teor mínimo de COT na profundidade de 0 a 15 cm (10,10 $g.kg^{-1}$) foi observado na área de café sombreado da propriedade 2 (Ingá+Café) e o teor máximo (174,45 $mg.kg^{-1}$) foi observado na área de mata nativa da propriedade 1 (Ingá+Banana+Café).

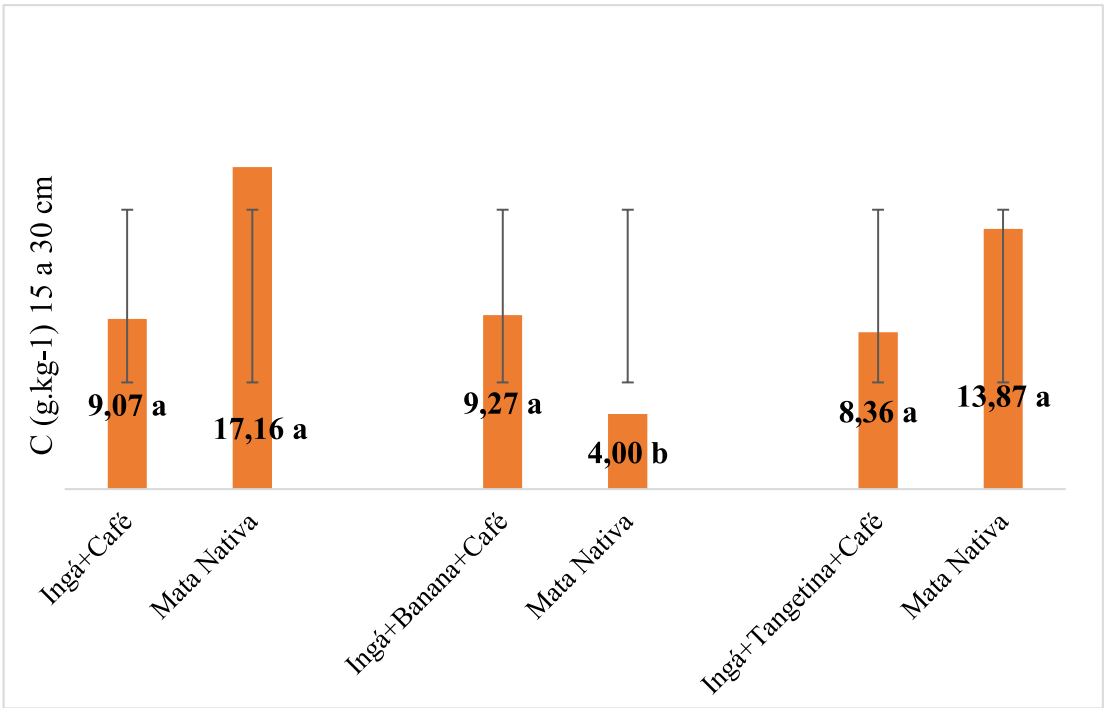
Na profundidade de 15 a 30 cm resultado obtido indica que apenas a média dos teores de carbono orgânico total (COT) da propriedade 1 (Ingá+Banana+Café) apresentou diferença significativa quando comparado a mata nativa na profundidade ne mesma profundidade, tendo teor de COT de 9,27 $g.kg^{-1}$ superior na área cultivada com café em comparação a mata nativa que obteve teor de COT de 4,00 $g.kg^{-1}$.

Gráfico 11. Variação do COT na profundidade de 0-15 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE



Valores precedidos de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t paramétrico. Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

Gráfico 12. Variação do COT na profundidade de 15-30 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE



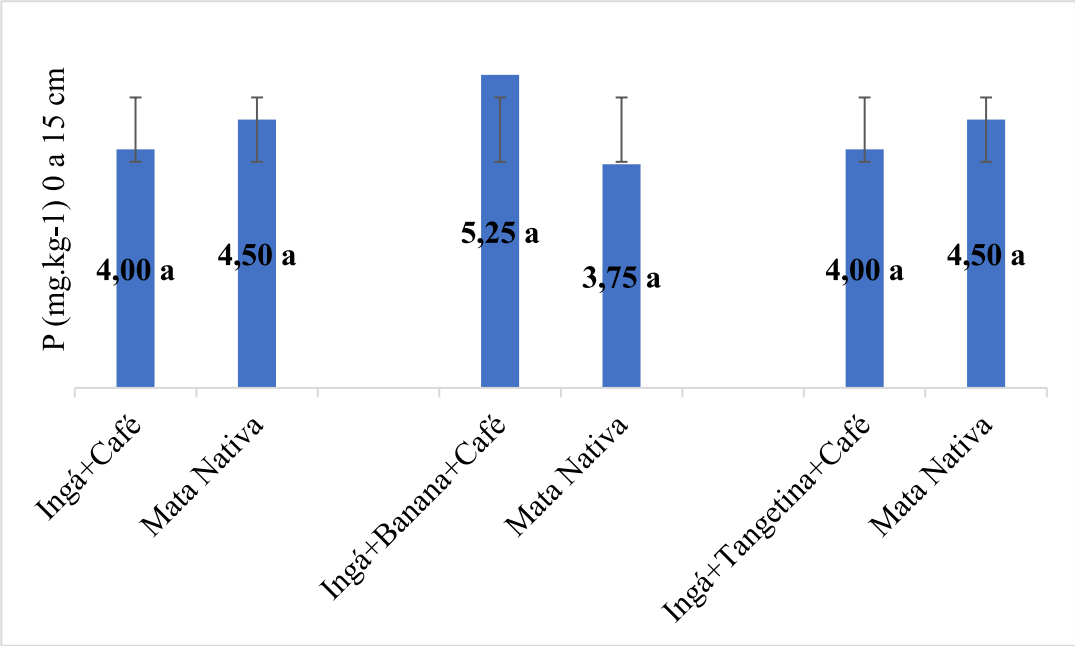
Valores precedidos de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t paramétrico. Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

A diferença observada no teor de matéria orgânica na profundidade de 15 a 30 cm entre a área de Ingá+Café+Banana e a área de mata nativa pode estar relacionada a dois fatores distintos: ao tipo de vegetação existente nas áreas avaliadas e a diferença de declividade entre elas. Na área P1 (Ingá+ Banana+Café) em que é cultivado café, a vegetação possui porte mais elevado quando comparada a vegetação da mata nativa em que foi realizada a coleta, esta apresenta vegetação de porte mais arbustivo, implicando em um menor aporte de material orgânico ao solo, proveniente da decomposição dos restos vegetais das plantas. Nascimento *et al*. (2010) atestam que os teores e características da matéria orgânica nos solos resultam de uma série de fatores, dentre eles a taxa de produção, alteração e decomposição dos resíduos orgânicos.

Outro fator que pode explicar a diferença significativa de carbono na profundidade 15 a 30 cm diz respeito a declividade, a referida área cultivada com café possuía declividade menos acentuada que a da mata nativa. Silva *et al*. (2007) atestam que a declividade é fator determinante para o acumulo de matéria orgânica no solo e quanto menor a declividade, maior é a taxa de acúmulo e o grau de humificação da matéria orgânica

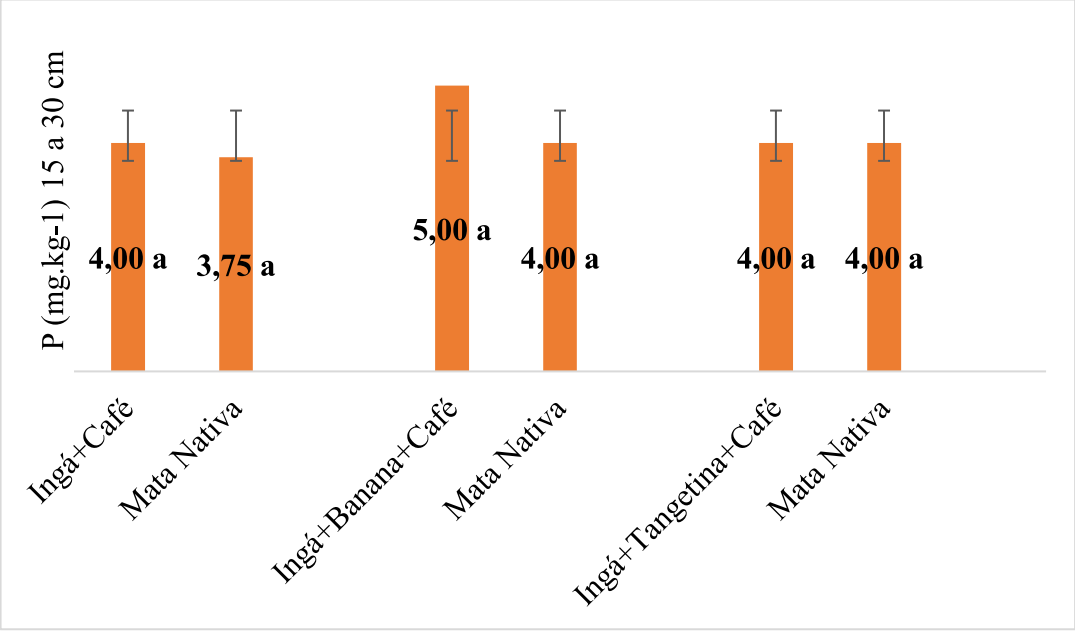
Os gráficos 13 e 14 trazem teores fósforo (P) presentes nas diferentes profundidades analisadas. O gráfico 13 compara os valores de P obtidos nos três diferentes sistemas de cultivo com as respectivas áreas de referência na profundidade de 0 a 15 cm enquanto o gráfico 14 demostra os valores obtidos na profundidade de 15 a 30 cm. Os teores mínimos de P na profundidade de 0 a 15 cm foram observados na área de mata nativa da propriedade 1 (Ingá+Banana+Café) (3,5 $mg.kg^{-1}$) e o teor máximo foi observado na cultivada com café referente a mesma propriedade (5,25 $mg.kg^{-1}$). Na profundidade de 15 a 30 cm o menor teor de P foi encontrado no solo da mata nativa da propriedade 2 (Ingá+Café) contendo 3,75 $mg.kg^{-1}$ de fosforo no material analisado, o maior teor foi encontrado no solo sob o cultivo de café da propriedade 1 (Ingá+Café+Banana), apresentando 5 $mg.kg^{-1}$ de fósforo no solo analisado.

Gráfico 13. Variação de P na profundidade de 0-15 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE



Valores precedidos de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t paramétrico. Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

Gráfico 14. Variação de P na profundidade de 15-30 cm das unidades produtivas do município de Baturité-CE



Valores precedidos de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t paramétrico. Fonte: Max F. dos Santos, 2017.

Os resultados obtidos estão em concordância com descritos por Otutumi *et al*. (2003) em trabalho desenvolvido no município de Tauá, no Estado do Ceará em que compararam atributos químicos, físicos e biológicos de áreas de cultivo consorciado de milho, algodão, feijão, gergelim e leucena com área de mata nativa (caatinga) e os resultados demonstraram que o solo sob cultivo possuía condições semelhantes e/ou melhores que as encontradas na mata nativa, resultado similar ao observado nas áreas de café sombreado no município de Baturité. Neste sentido, Severino e Oliveira (1999) realizaram um diagnóstico do sistema agroflorestal utilizado no município de Mulungu onde foram identificados basicamente dois tipos predominantes de consorcio: Ingazeiras com Cafeeiros e Ingazeiras com cafeeiros e bananeiras, ambos não recebiam aporte de nutrientes sintéticos. O trabalho demonstrou que as áreas de consórcio de Café com Ingá possuíam índices de fertilidade superiores aos encontrados nos solos cobertos com mata nativa.

Costantin (2009) ao descrever os princípios ecológicos dos SAFs destaca alguns fatores que explicam, em parte, os resultados observados nas análises de solo das áreas estudadas. Um desses fatores diz respeito a profundidade de ação das raízes das espécies arbóreas que captam água e nutrientes de camadas mais profundas do solo em zonas onde as raízes dos cultivos agrícolas não são capazes de alcançar promovendo a translocação de nutrientes lixiviados. Os nutrientes absorvidos das camadas mais profundas são armazenados nos tecidos das plantas e posteriormente são devolvidos ao solo na forma de matéria orgânica.

Outro fator diz respeito ao dossel formado pela copa das arvores que sombreiam a cultura do café proporcionando proteção ao solo, através da deposição da camada de material orgânico, continuamente gerada pela queda das folhas e ramos das arvores protegendo o solo contra erosão, reduzindo o escoamento superficial, proporcionando um maior tempo de infiltração da água, reduzindo a temperatura do solo, elevando o teor de matéria orgânica e, consequentemente, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo atribuindo-lhes características semelhantes às da mata nativa (COSTANTIN, 2009).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de café sombreado no município de Baturité persiste até os dias atuais, porém a pratica de cultivo corre risco de desaparecer no município, as áreas existentes estão sendo cada vez mais reduzidas e as que ainda permanecem apresentam baixa produção de café ocasionada pela combinação de fatores climáticos desfavoráveis e a não realização dos tratos culturais adequados a condução da cultura.

Mesmo sendo cultivadas por séculos, sem a utilização de fertilizantes minerais, as áreas produtoras de café mantêm os índices de fertilidade iguais ou superiores aos encontrados na mata nativa, conferindo que o sistema de produção de café sombreado desenvolvido no município de Baturité mantém a qualidade química e consequente preservação do solo demonstrando ser um sistema de produção viável do ponto de vista produtivo e conservacionista.

.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira da Indústria de Café - ABIC. **Origem do Café.** Disponível em: <http://abic.com.br/cafe-com/historia/>. Acesso em: 11 out. 2017.

ALCÂNTARA, Selma Maria Peixoto. **Sol e Sombra: o Café do Maciço de Baturité Numa Perspectiva Ecológica e Socioeconômica**. 2009. Disponível em < http://repositorio.ufc.br/ri/handle/riufc/16705> Acesso em: 12 de dez. de 2017.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 400 p.

ANDRADE, H. et. al. **Geoprocessamento Aplicado a Solos e Meio Ambiente**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 58 p.

BAHIA, Victor Gonçalves et al. Fundamentos de erosão do solo (tipos, formas, mecanismos, fatores determinantes e controle). **Informe Agropecuário**, v. 176, n. 16, p. 25-31, 1992.

BATJES, Niels H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. **European journal of soil science**, v. 47, n. 2, p. 151-163, 1996.

CAMARGO, A.P.C. **Clima e a cafeicultura no Brasil.** Informe Agropecuário, n.126, p.13-26, 1985.

CANELLAS, LUCIANO PASQUALOTO et al. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma toposseqüência no Estado do Rio de Janeiro. **Pesq. agropec. bras**, v. 35, n. 1, p. 133-143, 2000. Disponivel em: < http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n1/6908 > Acesso em: 12 de dez. de 2017.

CAVALLARI, Ricardo Luis; TAMAE, Rodrigo Yoshio; ROSA, Adriano Justino. A importância de um Sistema de Informações Geográficas no Estudo de Microbacias Hidrográficas. **Revista Cientifica Eletrônica de Agronomia**, v. 6, n. 11, 2007.

CECAFÉ. **Exportações Brasileiras.** Disponível em: http://www.cecafe.com.br/dados-estatisticos/exportacoes-brasileiras/ Acesso em: 01 de dez. de 2017.

COSTANTIN, Aline Maria. **Introdução aos sistemas agroflorestais**. 2009. Disponivel em: < https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/apostila-agroflorest.pdf> Acesso em: 12 de dez. de 2017.

CURI, Nilton et al. Problemas relativos ao uso, manejo e conservação do solo em Minas Gerais. **Embrapa Milho e Sorgo**, 2006.

DEAN, Warren. **A Ferro e Fogo**: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 484 p.

DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. **Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.).** Journal of Horticultural Science, v.70, p.25-34, 1995.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. revista e atualizada. Rio de Janeiro: CNPS/ Conhecendo o Pantanal 45 Embrapa, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013

FUNCEME. **Calendário das Chuvas no Estado do Ceará**: Baturité. Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/23-monitoramento/meteorol%C3%B3gico/406-chuvas-di%C3%A1rias#site> Acesso em: 08 de dezembro de 2017.

GOMES M. A.; LOBO L.. M.; ALVARENGA A. de Padua. **Conservação dos solos: percepção, conhecimento e adequação do manejo -** Viçosa, MG: EPAMIG Zona da Mata, 2013. 94p

GUIMARÃES, Gabriel Pinto et al. Soil aggregation and organic carbon of Oxisols under coffee in agroforestry systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 278-287, 2014.

IBGE Cidades. **Baturité**. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/baturite/pesquisa/24/27745 >. Acesso em: 12 dez. 2017.

IPECE. **Perfil Básico Municipal de Baturité. 2016**. Disponível em: < http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2006/Baturite.pdf> Acesso em: 12 dez. 2017.

JARAMILLO-BOTERO, Catalina; MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto; SANTOS, Ricardo Henrique Silva. Características do café (Coffea arabica L.) sombreado no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science**, v. 1, n. 2, p. 94-102, 2007.

KONONOVA, Mariia Mikhaĭlovna. **Materia orgánica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación**. Barcelona, ES: Ed. Oikos-Tau, 1981.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. oficina de textos, 2016.

MEIRELES, E. et al. Zoneamento agroclimático: Um estudo de caso para o café. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p. 50-57, 2007.

MOREIRA, Maurício Alves et al. Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 241, p. 27-37, 2007.

NASCIMENTO, Paulo César do et al. Teores e características da matéria orgânica de solos hidromórficos do Espírito Santo. **Revista Brasileira de ciência do solo**, v. 34, n. 2, 2010.

OTUTUMI, A. T. **Qualidade do solo em sistemas de cultivo agroecológicos, no município de Taúa.** 2003. 68 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PAZ, Manuela Rodrigues; FRANÇA, Francelle Antunes; LOCH, Carlos. A importância da adoção de técnicas de geoprocessamento no planejamento agroecológico de propriedades rurais familiares. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ASSAD, E.D.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; CORAL, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do Estado de São Paulo. Revista **Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.495-500, 2001. Número especial Zoneamento Agrícola.

PRIMO, Dário Costa; MENEZES, Rômulo Cezar; SILVA, Tácio Oliveira. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7, n. 5, 2011.

RICCI, Marta dos Santos Freire et al. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

SAES, Maria Sylvia Macchione; DE SOUZA, Maria Celia Martins; OTANI, Malimiria Norico. **Equívocos De Pacotes Tecnológicos: O Exemplo De Baturité.** pag. 27-30, 2001. Disponível em:<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=261>. Acesso em: 12 jun. 2017.

SALGADO, Bruno Grandi et al. **Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Lavras-MG**. 2006.

SALGADO, Bruno Grandi et al. Produtividade de cafeeiros arborizados com ingazeiros e com grevílea em Lavras-MG. **Agrossilvicultura, Belo Horizonte**, v. 1, n. 2, p. 155-162, 2005.

SALGARELLO COELHO, Marino et al. Qualidade da matéria orgânica de solos sob cultivo de café consorciado com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 6, 2013.

SEBRAE. **A Rota Verde do Café.** Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ce/sebraeaz/rota-verde-do-cafe,75f678e27c28c510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 13 jun. 2017.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J.C.; SANTOS, A.R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; HAMAKAWA, P.J.; COSTA, J.M.N.; COSTA, L.C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro

(*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.501-509, 2001.

SEVERINO, Liv Soares; DE OLIVEIRA, Teógenes Senna. Sistema de cultivo sombreado do cafeeiro (Coffea arabica L.) na região de Baturité, Ceará. **Revista Ceres**, v. 46, p. 635-652, 1999.

VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (Coffea arabica L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.197-204, 2006.

VIEIRA, T. G. C. et al. Sistema de geoinformação para a cafeicultura do Sul de Minas. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 241, p. 16-26, 2007.

YEOMANS, Jane C.; BREMNER, John Michael. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil 1. **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.

MEHLICH, A. Determination of P, Ca, Mg, K, Na and NH4 by North Carolina soil testing laboratories. **Raleigh, University of North Carolina**, 1953.

SILVA, Alessandra Fagioli da; LIMA, Julião Soares de Souza; OLIVEIRA, Rone Batista de. Métodos de interpolação para estimar o pH em solo sob dois manejos de café arábica. **Idesia (Arica)**, v. 28, n. 2, p. 61-66, 2010.

SILVA, Alexandre Christofaro et al. **Relações entre matéria orgânica do solo e declividade de vertentes em topossequência de latossolos do sul de Minas Gerais**, 2007.