



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**ISABELA MARIA DE LIMA CUNHA**

**FLUXOS E TEORES DE NUTRIENTES EM AGROECOSSISTEMAS DE  
PRODUTORES RURAIS EM DESCAPITALIZAÇÃO.**

**FORTALEZA**

**2017**

ISABELA MARIA DE LIMA CUNHA

FLUXOS E TEORES DE NUTRIENTES EM SISTEMAS AGROECOSSISTEMAS  
DE PRODUTORES RURAIS EM DESCAPITALIZAÇÃO.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Manejo do Solo e da Água.

Orientador: Prof. Dr. Julius Blum.  
Coorientador: Prof. Dr. Guillermo Gamarra  
Rojas.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C978f Cunha, Isabela.  
Fluxos e teores de nutrientes em agroecossistemas de produtores rurais em descapitalização. / Isabela Cunha. – 2017.  
73 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Julius Blum.  
Coorientação: Prof. Dr. Guillermo Gamarra Rojas.
1. Sistemas de produção. 2. Sustentabilidade. 3. Autoconsumo. I. Título.

CDD 631.4

---

ISABELA MARIA DE LIMA CUNHA

FLUXOS E TEORES DE NUTRIENTES EM AGROECOSSISTEMAS DE  
PRODUTORES RURAIS EM DESCAPITALIZAÇÃO.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Manejo do Solo e da Água.

Aprovada em 27 / 09 / 2017.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Julius Blum

Universidade Federal do Ceará

---

Dr. Guillermo Gamarra Rojas

Universidade Federal do Ceará

---

Dr<sup>a</sup>. Maria Eugênia Ortiz Escobar

Universidade Federal do Ceará

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família de sangue e de coração por estarem comigo em todos os momentos, dando-me apoio e força. Ao meu companheiro e ao meu filho pela ajuda e compreensão.

Aos meus amigos do mestrado, pela ajuda, pelo incentivo e por me proporcionarem momentos de lazer e alegria.

Ao departamento de e coordenação do mestrado, pela compreensão, ajuda e incentivo para que eu pudesse concluir. Ao laboratório de manejo, em especial, a técnica de laboratório Deyse e aos alunos que ajudaram no desenvolvimento das análises e a EMBRAPA pela parceria e disponibilidade para auxiliar a conclusão de algumas análises.

Aos meus orientadores, professor Julius Blum e Guillermo Gamarra, pelos ensinamentos, cuidado e dedicação no auxílio à concretização dessa dissertação.

E a todos que contribuíram de alguma forma na minha titulação no curso de Mestrado Acadêmico em Ciência do Solo, o meu muito obrigado!

## RESUMO

O desenvolvimento tecnológico no setor agrícola, no intuito de aumentar a produção de alimentos, promoveu o aumento da desigualdade social no setor rural do interior do Ceará, devido ao elevado custo financeiro dessas tecnologias e conseqüente baixa acessibilidade das mesmas por agricultores familiares descapitalizados. É provável que essa pobreza tenha grandes reflexos na sustentabilidade local das comunidades e famílias, bem como na conservação dos solos e recursos naturais, sendo necessário entender as relações entre os fatores ecológicos, técnicos e sociais que explicam a realidade. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo principal analisar a relação da condição socioeconômica do agricultor com os fluxos e teores de nutrientes nos sistemas e subsistemas de produção. O estudo foi conduzido na região do Médio Curu, mais especificamente entre Pentecoste e Apuiarés. A seleção dos produtores, quanto ao nível sócio econômico e a quantificação das variáveis socioeconômicas foi baseado em dados primários de uma dissertação de mestrado realizada no município de Pentecoste, e amostragem aleatória por meio de entrevistas semi-estruturadas. A determinação dos fluxos de materiais foi realizada pelo levantamento das entradas e das saídas de produtos ou resíduos nos sistemas de produção. Os fluxos de nutrientes foram determinados a partir dos fluxos de materiais nos sistemas de produção e o teor de minerais em cada material, obtido a partir de revisão bibliográfica. A avaliação dos teores de nutrientes no solo foi feita através da coleta de amostras e posterior análise laboratorial de macronutrientes (fósforo, potássio, cálcio e magnésio). O mapeamento dos fluxos de nutrientes foi concretizado através do programa computacional STAN®, sendo estabelecidas correlações simples e múltiplas entre variáveis sociais, técnicas, econômicas, fluxos e estoques de nutrientes no solo para identificar as relações entre elas. Os resultados indicaram que produtores com problemas econômicos não investem na manutenção da fertilidade do solo e que quanto maior a renda agrícola, área total da propriedade e a força de trabalho, mais positivos são os balanços anuais de nutrientes no solo. No entanto, não foram encontradas correlações significativas das variáveis socioeconômicas com os teores de macronutrientes do solo.

**Palavras-chave:** Sistemas de produção. Sustentabilidade. Autoconsumo.

## ABSTRACT

The technological development in the agricultural sector, in order to increase food production, promoted the increase of social inequality in the rural sector, due to the raising of the financial cost of these technologies and consequent low accessibility of them by decapitalized family farmers. It is likely that this poverty will have great impact on the local sustainability of communities and families, as well as on the conservation of soils and natural resources, and it is necessary to understand the relationships between the ecological, technical and social facts that explain the reality. In this sense, the main objective of this work is to analyze the relation of the socioeconomic condition of the farmer from the flows and nutrient stocks in the production systems and subsystems. The study was conducted in Pentecoste-CE through the identification of nutrient flux maps in the systems and subsystems of production and evaluation of soil nutrient stocks in the field, including the analysis of the relationship of these factors and the same with the socioeconomic level of Producers. The categorization of the producers regarding the socioeconomic level was based on primary data of a master's dissertation held in the municipality of Pentecoste and random sampling through semi-structured interviews. The determination of the material flows was carried out by surveying the entrances and exits of products or residues in the production systems. The nutrient fluxes were determined from the material flows in the production systems and the mineral content in each material, obtained from a bibliographic review and the evaluation of the nutrient stocks in the soil was done through the collection of soil samples and Laboratory analysis of macronutrients (phosphorus, potassium, calcium and magnesium). The mapping of nutrient fluxes was performed through the STAN® computer program and multiple correlations were established between social, technical, economic variables, flows and soil nutrient stocks to identify the relationships between them. The results indicated that producers with economic problems do not invest in maintaining soil fertility and that the higher the agricultural income, cultivated area and workforce, the greater are the annual balances of nutrients in the soil. However, no significant correlation of socioeconomic variables with soil macronutrient levels was found.

**Keywords:** Production systems. Sustainability. Subsistence.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Localização dos municípios de Pentecoste e Apuiarés .....	24
Figura 02- Distribuição e localização das comunidades .....	25
Figura 03- Organograma da tipologia dos sistemas de produção do município de Pentecoste, CE, 2014 .....	26
Figura 04- Distribuição e localização dos Produtores.....	28
Figura 05- Organograma representando a hierarquia de sistemas dentro do agroecossistema.....	31
Figura 06- Ilustração da ocupação de uso do solo nas comunidades .....	36
Figura 07- Fluxo de materiais do Produtor 12.....	43
Figura 08- Fluxo de materiais do Produtor 02.....	44
Figura 09- Fluxo de materiais do Produtor 01.....	45
Figura 10- Fluxo de materiais do Produtor 20.....	46
Figura 11- Ilustração do perfil do relevo e distribuição dos subsistemas dentro do agroecossistema.....	47



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Níveis de fertilidade para interpretação dos Resultados da Análise do Solo, utilizados pelos laboratórios do Estado do Ceará.....	33
Tabela02- Informações gerais de caracterização dos sistemas de produção estudados.....	37
Tabela 03- Concentração de macronutrientes nos materiais .....	38
Tabela 04- Fluxo interno de materiais.....	39
Tabela 05- Fluxos de entrada de materiais .....	42
Tabela 06- Fluxo de saída de materiais .....	42
Tabela 07- Análise de solo.....	49
Tabela 08- Balanço de macronutrientes nos subsistemas dos sistemas de produção .....	51
Tabela 09- Circulação total de macronutrientes nos sistemas de produção .....	53
Tabela 10- Saída total de macronutrientes dos sistemas de produção .....	54
Tabela 11- Entrada total de macronutrientes nos sistemas de produção .....	55
Tabela 12- Médias da precipitação anual do município de Pentecoste.....	58
Tabela 13- Correlação dos fluxos de fósforo e potássio nos sistemas de produção estudados.....	59
Tabela 14- Correlação dos fluxos de cálcio e magnésio nos sistemas de produção estudados.....	60
Tabela 15- Correlação dos balanços de macronutrientes nos sistemas de produção estudados.....	62
Tabela 16- Correlação das variáveis socioeconômicas nos sistemas de produção estudados.....	63

## LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

APcul	Água para cultivo
ATpro	Área total do agroecossistema (em hectares)
EstPM	Balanço de fósforo na área de mata
EstKM	Balanço de potássio na área de mata
EstCaM	Balanço de cálcio na área de mata
EstMgM	Balanço de magnésio na área de mata
EstPCr	Balanço de fósforo na área de mata
EstKCr	Balanço de potássio na área de criação
EstCaCr	Balanço de cálcio na área de criação
EstMgCr	Balanço de magnésio na área de criação
EstPCu	Balanço de fósforo na área de cultivo
EstKCu	Balanço de potássio na área de cultivo
EstCaCu	Balanço de cálcio na área de cultivo
EstMgCu	Balanço de magnésio na área de cultivo
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FEP	Fluxo de entrada de fósforo
FEK	Fluxo de entrada de potássio
FECa	Fluxo de entrada de cálcio
FEMg	Fluxo de entrada de magnésio
FSP	Fluxo de saída de fósforo
FSK	Fluxo de saída de potássio
FSCa	Fluxo de saída de cálcio
FSMg	Fluxo de saída de magnésio
FT	Força de trabalho no sistema de produção
NS	Número de subsistema
Npessoas	Número de pessoas na família
RA	Renda agrícola
RNA	Renda não agrícola

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1	<b>Definição do problema</b> .....	13
1.2	<b>Justificativa</b> .....	14
2	<b>REVISÃO BLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1	<b>Principais conceitos utilizados</b> .....	15
2.1.1	<i>Sistemas</i> .....	15
2.1.2	<i>Sistemas agrários</i> .....	15
2.1.3	<i>Sistemas de produção</i> .....	16
2.1.3.1	Sistema social produtivo .....	16
2.1.3.2	Sistema cultivado e de criação .....	16
2.2	<b>Sustentabilidade e desenvolvimento de sistemas agrários</b> .....	16
2.3	<b>Análise diagnóstico de sistemas agrários</b> .....	18
2.3.1	<i>Tipologia: estratificação da população agrícola</i> .....	18
2.3.1.1	Tipologia dos produtores e sistemas de produção.....	19
2.4	<b>Relação do nível sócio econômico dos produtores com a conservação do solo</b> .....	20
2.5	<b>Análise de fluxo de nutrientes nos sistemas de produção e no solo</b> .....	21
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
3.1	<b>Descrição do local</b> .....	23
3.2	<b>Levantamento de variáveis sociais e financeiras e escolha dos produtores</b> .....	25
3.3	<b>Levantamento de dados para a construção dos fluxos de materiais e de nutrientes</b> .....	26
3.4	<b>Mapeamento dos fluxos de materiais e levantamento da massa de nutrientes</b> .....	29
3.5	<b>Hierarquia dos subsistemas dos sistemas de produção estudados</b> .....	30
3.6	<b>Avaliação dos teores de nutrientes do solo no campo</b> .....	31
3.6.1	<i>Amostragem</i> .....	32
3.6.2	<i>Quantificação de macronutrientes</i> .....	32
3.6.2.1	Fósforo e potássio.....	32
3.6.2.2	Cálcio e magnésio.....	32
3.6.2.3	Interpretação dos resultados da análise do solo .....	32
3.7	<b>Análise de dados</b> .....	33
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	33

4.1	<b>Caracterização dos sistemas de produção estudados .....</b>	<b>33</b>
4.3	<b>Mapeamento dos materiais e nutrientes .....</b>	<b>39</b>
4.3.1	<i>Diagrama dos fluxos de materiais.....</i>	<i>42</i>
4.4	<b>Teores de macronutrientes no solo .....</b>	<b>46</b>
4.5	<b>Balancos de nutrientes.....</b>	<b>49</b>
4.6	<b>Correlação entre variáveis socioeconômicas e nutrientes no solo.....</b>	<b>56</b>
5	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>65</b>
	<b>APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO COM PERGUNTAS SEMIESTRUTURADAS PARA O LEVANTAMENTO DE VARIÁVEIS SOCIAIS E ECONÔMICAS, E IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS E INFORMAÇÕES SOBRE OS PRODUTORES, A FIM DE ENQUADRÁ-LOS NA TIPOLOGIA REALIZADA POR BENTO (2015).....</b>	<b>71</b>
	<b>APÊNDICE II - QUESTIONÁRIO COM PERGUNTAS SEMIESTRUTURADAS A RESPEITO DA PRODUÇÃO ANIMAL, VEGETAL, MANEJO DO SOLO E INSUMOS UTILIZADOS DURANTE TODO O ANO AGRÍCOLA DE 2015.....</b>	<b>72</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Definição do problema

Nesse último século, houve um rápido desenvolvimento tecnológico no setor agrícola, no intuito de aumentar a produção de alimentos. No entanto, o elevado custo financeiro dessas tecnologias as torna cada vez menos acessíveis à agricultura familiar. A situação das famílias é agravada porque esses pacotes tecnológicos, incluindo mecanização, uso de defensivos e fertilizantes, permitem o manejo de grandes áreas por poucas pessoas, proporcionando elevados rendimentos financeiros devido à escala de produção e conseqüente elevada concentração de terra restringindo alguns produtores ao acesso à terra. Desse modo, as famílias do campo, que vivem da produção e comercialização de produtos agrícolas, enfrentam dificuldades de sobrevivência nas comunidades rurais. Aproximadamente três quartos dos indivíduos subnutridos do Planeta pertencem ao mundo rural, são homens do campo pobres, mal equipados, vivendo em regiões desfavoráveis (MAZOYER; ROUDART, 2010). Como conseqüência, parte da pobreza em periferias urbanas e subindustrializadas, é oriunda do êxodo rural de ex-camponeses que saíram de suas terras, forçados pela situação de miséria.

É provável que essa pobreza tenha grandes reflexos na conservação dos solos e recursos naturais das regiões em que se encontram a maioria dos produtores rurais pobres. É simples entender que a carência de desenvolvimento local causa a insustentabilidade dos sistemas de produção. A falta de recurso financeiro e de oportunidade no campo obriga os produtores a explorar os recursos disponíveis, muitas vezes, sem se preocupar com o poder de regeneração desses recursos e ciclagem dos mesmos na natureza. Um dos mais explorados e atingidos nesse processo é o solo, que devido ao manejo inadequado, sofre empobrecimento, com a diminuição da ciclagem, dos estoques e da disponibilidade de nutrientes, tornando o sistema de produção agrícola insustentável. A análise de fluxos dos nutrientes permite a identificação das principais causas das alterações dos estoques nutricionais dos sistemas de produção e principalmente do solo. Ajuda a compor um planejamento de manejo e conservação dos principais recursos explorados, bem como na caracterização da relação da produção agrícola com a disponibilidade de nutrientes no solo em sistemas agrícolas de subsistência e ou com baixos rendimentos econômicos.

No entanto, não basta estudar cada uma das partes ou dos fenômenos da realidade agrária que se quer conhecer; é necessário entender as relações entre as partes e entre os fatores ecológicos, técnicos e sociais que explicam a realidade. O estudo dos fluxos de nutrientes e da fertilidade dos solos, por exemplo, só é relevante quando relacionado com as técnicas utilizadas ou com os problemas enfrentados pelos agricultores (INCRA, 1999).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como hipótese a seguinte afirmação: Produtores rurais descapitalizados não repõem os nutrientes exportados pelas colheitas, conduzindo à exaustão dos nutrientes do solo de seus sistemas de produção.

E apresenta como objetivo geral: Analisar a relação da condição socioeconômica do agricultor com os fluxos de nutrientes e teores de nutrientes nos sistemas e subsistemas de produção. E para tanto se propuseram como objetivos específicos: identificar classes socioeconômicas de produtores rurais na região de estudo; fazer o mapeamento dos fluxos de nutrientes nos sistemas e subsistemas de produção, e avaliar os teores de nutrientes do solo no campo.

## **1.2 Justificativa**

Atualmente, os sistemas agrícolas nas regiões semiáridas estão passando por limitações severas, devido à crescente escassez de água. Contudo, quando olhamos de perto e analisamos os sistemas de produção, percebemos que existem outros fatores que limitam o seu desenvolvimento. Dentre esses fatores, está incluso o nível socioeconômico das famílias. Em Pentecoste – CE, por exemplo, mais de 70% das famílias estão em estado de subsistência (BENTO, 2015), ou seja, fazem parte de um grupo que se caracteriza por apresentar um baixo nível socioeconômico. Essa situação pode ainda ser agravada devido à degradação dos recursos naturais, visto que, sem recursos financeiros, a sobrevivência dessas famílias provavelmente depende da exploração dos recursos naturais, sem condições de adotar técnicas com propósito de conservação dos mesmos. Dentre essas técnicas, podemos destacar as relacionadas à manutenção da fertilidade do solo.

Neste contexto, torna-se importante fazer uma análise mais detalhada, considerando a ciclagem, estoque e disponibilidade de nutrientes em sistemas de produção compostos por produtores rurais descapitalizados, buscando-se uma relação lógica entre a ciclagem e estoque de nutrientes com as condições socioeconômicas dos produtores, procurando identificar problemas ou déficits nos sistemas e subsistemas de produção, bem

como estabelecer soluções e definir planejamentos para criação de projetos de desenvolvimento local, que sejam eficazes e que atendam à demanda real.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Principais conceitos utilizados**

#### ***2.1.1 Sistemas***

Um sistema é como um conjunto de elementos dentro de um limite, em que os elementos têm fortes relações funcionais entre si, mas limitadas, fracas ou inexistentes relações com elementos em outros conjuntos (CONWAY, 1986). Também podemos definir um sistema como um “complexo de elementos em interação” (BERTALANFFY, 1976), em que ocorre um conjunto de fluxos de materiais, ações e processos dentro de um limite definido (BRUNNER; RECHBERGER, 2005).

Por essas definições, todo ser vivo, todo mecanismo físico, toda organização animal ou humana pode ser considerada e estudada como um sistema (MIGUEL, 2009). Dessa forma, pode-se analisar a natureza como uma hierarquia de sistemas, onde sistemas maiores ou mais complexos são formados por conjuntos de sistemas menores ou mais simples (CONWAY, 1986).

#### ***2.1.2 Sistemas agrários***

O conceito de sistema agrário é uma ferramenta útil no ambiente científico, que permite perceber as transformações históricas e a diferenciação geográfica das agriculturas humanas. Torna possível, ademais, a percepção sistêmica do meio rural, considerando sua complexidade e a variedade de formas de agriculturas (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Analisando e compreendendo o sistema agrário como um objeto complexo em termos de sistema, criou-se uma fronteira virtual entre esse objeto e o resto do mundo, considerando-o como um todo, composto de subsistemas hierarquizados (MAZOYER; ROUDART, 2010). Segundo Conway (1986), os sistemas agrários são constituídos por um conjunto de sistemas de produção, que por sua vez são constituídos por subsistemas de produção, de cultivo e de criação. Sendo assim, analisar e conceber uma agricultura praticada em termos de sistema agrário, num dado momento e lugar, consiste em dividir essa mesma

agricultura em subsistemas, estudando a organização e funcionamento de cada um e suas inter-relações (MAZOYER; ROUDART, 2010).

### ***2.1.3 Sistema de produção***

O sistema de produção de uma propriedade agrícola é caracterizado pela combinação de atividades produtivas e seus meios de produção (MAZOYER; ROUDART, 2010), incluindo as interações do ambiente e a forma como o mesmo é manejado.

Sendo assim, o sistema de produção é a maneira como os agricultores se organizam nas unidades de produção (suas atividades, diversidade de situações ecológicas e sociais e suas experiências específicas) (NETO; BASSO, 2005).

#### ***2.1.3.1 Sistema social produtivo***

O sistema social produtivo é composto por homens e mulheres, componentes bióticos e abióticos, para desenvolver atividades e explorar os ecossistemas cultivados no intuito de satisfazer suas necessidades (MAZOYER; ROUDART, 2010). Esse sistema refere-se a aspectos técnicos, econômicos e sociais de um sistema agrário (NETO; BASSO, 2005), constituído por meios de produção, e atividades produtivas organizadas em sistemas de produção (MAZOYER; ROUDART, 2010).

#### ***2.1.3.2 Sistemas cultivados e de criação***

Segundo Sebillote (1990 *apud* FERREIRA, 2001), o sistema de cultivo enfoca as formas de cultivar as parcelas de terra e suas influências sobre a obtenção dos rendimentos e a evolução das características do meio.

O sistema de criação é definido por Landais *et al.* (1987 *apud* FERREIRA, 2001) como um conjunto de componentes inter-relacionados e organizados pelo homem com o objetivo de valorizar recursos por intermédio de animais e deles obterem produtos variados (leite, carne, couros, peles, ovos, dejetos e etc), ou para responder a determinadas necessidades, como, por exemplo, a força de trabalho (tração) e o lazer.



## 2.2 Sustentabilidade e desenvolvimento de sistemas agrários

Desde os primeiros cultivos até o século XXI, quando a globalização é cada vez maior, o estudo e entendimento do funcionamento dos sistemas agrícolas têm sido um objetivo prioritário para humanidade. O principal conceito que orienta o raciocínio metodológico e epistemológico para esses estudos é o de sustentabilidade (GLIESSMAN *et al.* 2007). Gliessman (2002) aborda o conceito de sustentabilidade de forma abrangente, incluindo os sistemas alimentares integrados com a sociedade humana e as questões ecológicas. Afirma que sustentabilidade é o equilíbrio entre as necessidades sociais e saúde ecológica dos sistemas.

Dando ênfase a fatores ambientais, práticas de manejo inadequadas também podem ocasionar perda de diversidade e queda da sustentabilidade de sistemas de produção. Sousa (2006) afirma que qualquer fator que abranja a modificação estrutural e funcional dos ecossistemas, pode alterar as condições do solo. Na região da caatinga, estão ocorrendo altas perdas da biodiversidade da fauna e da flora, erosão do solo e sedimentação dos reservatórios e dos rios. Isso devido a práticas de intensificação do uso do solo, bem como seu uso além da capacidade de regeneração dos ecossistemas, acarretando na insustentabilidade de agroecossistemas, devido à queda de fertilidade do solo (ARAÚJO FILHO, 2013).

Quando se fala em fertilidade do solo, os trabalhos que tratam sobre o tema em regiões semiáridas do Nordeste do Brasil, apontam fósforo e nitrogênio como os principais nutrientes que limitam o desenvolvimento das plantas (SAMPAIO *et al.* 2009). Nesse contexto, visando à necessidade de aperfeiçoar técnicas de manejo para a fertilidade do solo, Menezes, Sampaio e Salcedo (2008, p. 173) fizeram o seu diagnóstico em áreas cultivadas com batatinha, e afirmam que o crescimento da bataticultura depende principalmente do manejo da fertilidade do solo, com redução da dependência de insumos externos e aumento de medidas que visem à conservação do solo.

Com o propósito de tornar o sistema de produção de alimentos mais sustentável, várias pesquisas visam ao desenvolvimento de sistemas de produção com práticas agrícolas que não voltem apenas para a alta produtividade, mas sim, para a otimização do sistema como um todo (ALTIERI, 2004). Nesse contexto, é importante garantir a renovação dos sistemas agrícolas ao longo do tempo, bem como o seu funcionamento dinâmico, considerando a centralidade do solo na distribuição e no incremento da biodiversidade dos sistemas (SOUSA, 2006). Portanto, o estudo e a manutenção da fertilidade do solo são importantes e requerem estratégias de manejo dos recursos locais eficientes (SAMPAIO *et al.*, 2009). Esta é uma das

maiores preocupações de pesquisadores, agricultores e formuladores de políticas em todo o mundo atualmente (ALTIERI, 2004), no intuito de planejar projetos que visem ao desenvolvimento sustentável dos sistemas agrários. Como resultado dessas preocupações, as políticas públicas começam a se tornar importantes no desenvolvimento de comunidades rurais (MENEZES, 2004). A relevância dessas políticas públicas é ainda mais crítica em condições ambientais desfavoráveis como, por exemplo, a relatada por Araújo Filho (2013) para a região semiárida do Brasil, onde a produção agrícola e pecuária podem sofrer perdas superiores a 80% em anos de seca.

Assim, para evitar insucessos, é importante entender o contexto dos sistemas, ou seja, realizar um bom diagnóstico da realidade na qual se pretende agir (INCRA, 1999). Concordando com a idéia, Miguel (2009) afirma que o estudo de uma realidade agrária ou de uma forma de agricultura é realizada basicamente através de um diagnóstico de sistemas agrários, também chamado “análise-diagnóstico de um sistema agrário” (ADSA).

### **2.3 Análise-diagnóstico de um sistema agrário**

O diagnóstico de um sistema agrário deve ser complexo e diverso, com o objetivo de representar o meio rural e as atividades envolvidas no mesmo. O diagnóstico é composto por várias etapas, tendo início em análises mais gerais (cidade, estado, etc), passando por análises mais específicas (municípios, unidades de produção, etc.) e finalizando em análises mais particulares (cultivos, criação, etc.) (INCRA, 1999). A análise diagnóstico de sistemas agrários, possui varias etapas relacionadas com a realidade atual e as perspectivas de desenvolvimento da realidade agrária, que, segundo INCRA (1999), são diversas e, portanto, torna-se importante evidenciar os mecanismos de diferenciação, estabelecendo conjuntos homogêneos e contrastados. O que pode ser feito por intermédio da de uma das etapas do diagnóstico: tipologia de produtores e da tipologia de sistemas de produção.

#### ***2.3.1 Tipologia: Estratificação da população agrícola***

Dentro de uma determinada região, observam-se semelhanças suficientes entre as agriculturas praticadas, que possibilitam a classificação delas em uma mesma categoria, definida, por Mazoyer e Roudart (2010), como sistema agrário. No entanto, se olharmos mais de perto, percebemos que existe diversidade de produtores e de sistemas de produção dentro de uma mesma região. Pois os produtores trabalham em condições distintas, mesmo em

regiões pequenas, podendo existir diferenças tanto no que se refere ao acesso à terra, recursos naturais e serviços públicos, quanto no que diz respeito ao nível de capitalização. Com racionalidades socioeconômicas distintas, os produtores fazem escolhas também distintas e, dessa forma, não adotam o mesmo sistema de produção e/ou as mesmas formas de exploração do ecossistema (INCRA, 1999). Assim, é aceitável reuni-los em categorias e em grupos diferentes, nos quais algumas características são semelhantes, como, por exemplo, as socioeconômicas e suas estratégias, ressaltando diferenças significativas entre os grupos (INCRA, 1999).

Portanto, a categorização de produtores trata-se da tipologia dos mesmos, identificando as categorias e sistemas de produção que predominam, bem como “cada tipo de produtor e cada tipo de estabelecimento”, que corresponderá a grupos sociais relativamente homogêneos, mas com características que os distinguem de outros grupos.

### *2.3.1.1 Tipologia dos produtores e sistemas de produção*

Inicialmente, convém diferenciar os produtores familiares dos produtores patronais ou puramente capitalistas. A FAO identificou três grandes tipos de unidades de produção: unidades capitalistas (áreas extensas com proprietários que não trabalham diretamente na produção e presença de trabalhador rural assalariado); unidades familiares (trabalho quase exclusivo da família) e unidade patronal (produção realizada pela família e simultaneamente por trabalhadores assalariados) (INCRA, 1999). Além disso, podem-se distinguir três tipos de produtores familiares: produtores familiares capitalizados (acumulam algum capital e dispõem de mais recurso para produção); produtores familiares em capitalização (o nível de renda em situações favoráveis permite acumulação de capital, sem garantir estabilidade a longo prazo); e produtores familiares em descapitalização (o nível de renda é insuficiente para assegurar a produção do sistema de produção e a subsistência da família) (INCRA, 1999).

Existem ferramentas e metodologias utilizadas para determinar a tipologia dos produtores, mas não existe uma tipologia padrão, aceitável para qualquer situação. O estudo da região e dos agricultores é que vai determinar quais serão os melhores critérios para agrupar os agricultores (INCRA, 1999). Portanto, é possível agrupar e categorizar os produtores a partir dos seus sistemas de produção e condições socioeconômicas. Trata-se da diferenciação de produtores que utilizam sistemas de produção distintos. Isso porque, muitas

vezes, a escolha do sistema de produção advém da condição social e econômica dos produtores e das características do meio ambiente (INCRA, 1999).

#### **2.4 Relação do nível sócio-econômico dos produtores com a conservação do solo**

Anualmente, são desertificados no Globo Terrestre mais de 10 milhões de hectares, devido à utilização inadequada da irrigação e da utilização de queimadas, resultando no empobrecimento dos solos (PRIMAVESI, 2014).

A degradação do solo reduz o retorno (econômico e social) da terra de três maneiras: redução do número de culturas que podem ser cultivadas, redução do rendimento das culturas e aumento da utilização de fertilizantes externos (YAMANO; KIJIMA, 2010). E a pobreza é um dos fatores responsáveis por essa situação, pois, tentando sobreviver, o homem do campo não tem condição de poupar o ecossistema que ocupa, visto que a miséria e a fome o forçam a destruir os solos, animais e cursos d'água. Na caatinga, famílias famintas destroem árvores para sobreviver à seca, queimam os pastos de quatro a cinco vezes ao ano para ter forragem e, como consequência, ocorre a degradação do solo e da vegetação nativa (PRIMAVESI, 2014).

Os sistemas de produção agrícola, normalmente praticados pela agricultura familiar no semiárido nordestino desde seus primórdios, se caracterizam com uma agricultura extrativista predatória dos recursos naturais. Na região, predominam propriedades com menos de 10 ha e de baixo potencial produtivo, onde o agricultor familiar, tendo que se manter e sustentar a família, sem apoio da pesquisa e da extensão rural para o desenvolvimento de tecnologias compatíveis, não vê outra opção a não ser intensificar o uso da terra para além de sua capacidade de recuperação (ARAÚJO FILHO, 2013). A exploração agrícola no semiárido nordestino originou vários sistemas de produção devido a variações ambientais, econômicas, sociais e culturais (ARAÚJO FILHO, 2013). Assim, o manejo adotado nas propriedades agrícolas, sem nenhuma prática de conservação, vem contribuindo para a degradação dos recursos naturais e inviabilizando alguns sistemas de produção (SOUSA, 2006). Além disso, o aumento da pressão populacional e da intensidade de uso da terra gera maiores perdas de nutrientes através da exportação pelas culturas, cuja área é relativamente maior do que a de terras aráveis em pousio (DRECHSEL *et al.* 2001).

No entanto, existem os sistemas de produção com base agroecológica, que vêm sendo cada vez mais utilizados na caatinga e têm mostrado ótimos resultados, visando ao

desenvolvimento de formas mais sustentáveis de produção. Nesses sistemas, a partir da reciclagem de nutrientes, busca-se a sustentabilidade bem como a melhoria da fertilidade química, física e biológica do solo (SOUSA, 2006), sejam eles sistemas agrícolas, pecuários ou florestais.

Sem a aplicação de práticas sustentáveis, tanto nas dimensões econômicas, sociais e ecológicas, bem como culturais, políticas e éticas, os ecossistemas tornam-se cada vez mais pobres. Para a renovação e expansão de um sistema agrário, é necessária a renovação de sua fertilidade (MAZOYER; ROUDART, 2010), levando à conclusão de que os fatores socioeconômicos também são importantes para explicar a biodiversidade e os mecanismos de regulação das populações que ocorrem em um sistema agrícola (GLIESSMAN *et al*, 2007).

## **2.5 Análise do fluxo de nutrientes nos sistemas de produção e no solo**

Em áreas de caatinga, assim como na maioria dos ecossistemas terrestres, a renovação da fertilidade do solo baseia-se na reciclagem de nutrientes, que se dá principalmente pela morte e decomposição de resíduos orgânicos. No entanto, em sistemas de produção, processos erosivos, de lixiviação, de queima de material vegetal e de exportação de produtos agrícolas, acarretam a redução dos processos naturais de ciclagem de nutrientes. E esses processos podem ocorrer como resultado da relação de diversos fatores, dentre eles a pressão populacional e a intensidade do uso da terra. Drechselet *al* (2001), por exemplo, afirmam que existe um aumento da degradação das terras devido à perda de nutrientes, e que essa perda está relacionada principalmente à pressão populacional e intensidade de uso da terra. Portanto, como nos ecossistemas naturais, a autoregulação de sistemas de produção requer estratégias de manejo que preservem os mecanismos básicos de circulação de materiais tais como a conservação do solo e da água, uso eficaz dos recursos locais e conseqüentemente o fechamento dos ciclos de nutrientes (ALTIERI, 2004).

As saídas de recursos dos sistemas de produção podem ser resultado de atividades que resultam na geração de renda para os produtores ou da perda de recursos sem gerar renda, resultando em perdas de materiais e nutrientes do sistema (SAMPAIO *et al* 2009). A principal forma de perda de nutrientes em sistemas de produção, em atividades que geram renda para o produtor rural, é a venda de produtos agrícolas, pois os nutrientes são constituintes dos produtos exportados. As perdas de nutrientes podem ocorrer também por processos erosivos, lixiviação de nutrientes minerais dissolvidos na água de drenagem e pelo fogo, que além, de facilitar perdas por erosão e lixiviação, ainda ocasiona perdas por volatilização (SAMPAIO *et*

al 2009). No entanto, segundo Drechselet *al* (2001), em cenários da África subsaariana, mesmo na ausência de erosão, escoamento e lixiviação, ainda se obtêm saldos negativos de nutrientes, devido a quantidade dos que são perdidos na colheita e seus resíduos. Dessa forma, afirma que a conservação é crucial para a redução da perda de nutrientes, mas a exaustão de nutrientes do solo só pode ser evitada com a reposição de nutrientes, a partir da utilização de insumos.

As entradas de recursos e insumos nos sistemas de produção são de suma importância, os processos mais relevantes e que geram a entrada de recursos nos sistemas, são deposições atmosféricas de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, absorção de recursos subsuperficiais do solo e a fertilização (SAMPAIO *et al.* 2009). Nesse contexto, visando à necessidade de estudar processos de entradas de materiais e nutrientes nos sistemas de produção, Menezes, Sampaio e Salcedo (2008, p. 27) demonstraram, em regiões semiáridas, a fixação biológica de N em leguminosas arbóreas nativas, mostrando que em vegetação de caatinga estabelecida há várias décadas, sem perturbações, possuem uma fixação pequena, podendo chegar a  $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , enquanto que em vegetação de caatinga em desenvolvimento, após corte raso e interrupção da agricultura, pode chegar a mais de  $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Além disso, existem estudos em regiões semiáridas que demonstram os aumentos do nível de biomassa, matéria orgânica, deposição e ciclagem de nutrientes no solo. Menezes, Sampaio e Salcedo (2008, p. 233), por exemplo, relataram o aumento dos teores de matéria orgânica, P e K do solo no plantio de gliricídia em consórcio com milho, bem como o aumento da quantidade total de biomassa quando comparado com um sistema sem árvores. E Drechselet *al* (2001) citam que o aumento de recursos e ciclagem de nutrientes pode ser alcançado por meio de práticas de pousio.

Os fatores que influenciam a perda de nutrientes do solo são complexos e envolvem o manejo de nutrientes, regeneração e proteção de plantas, integração com a pecuária, conservação de solo e água, biodiversidade, políticas agrícolas e estruturas de comercialização. O balanço negativo de nutrientes que entram e saem dos sistemas de produção pode ser causado, tanto pelo aumento das colheitas como pela baixa ou inadequada aplicação de estrume ou fertilizantes. Ou ainda, por práticas de manejo inadequadas, acarretando no aumento da lixiviação e erosão (DE JAGER *et al.* 1998)

Sendo assim, o estudo da dinâmica dos nutrientes nos sistemas de produção é importante tanto para o conhecimento do funcionamento dos mesmos e implantação de sistemas agrícolas (SAMPAIO *et al* 2009), como para a adequação dos sistemas visando à produtividade e sustentabilidade. Para isso, a análise de Fluxo de Materiais (AFM) pode ser

uma ferramenta de apoio para decisões na gestão de recursos, resíduos e ambiental (BRUNNER; RECHBERGER, 2005), bem como para avaliação e planejamento de sistemas de produção agrícola. Também pode ser utilizada como uma metodologia de avaliação sistemática dos fluxos e estoques de materiais dentro de um sistema definido no espaço e no tempo, oferecendo informações completas de fluxos e estoques dentro de um sistema, podendo identificar o esgotamento e acumulação de materiais, sendo o suficiente para aplicação de medidas preventivas e previsão do funcionamento de certo sistema (BRUNNER; RECHBERGER, 2005). Ademais, a AFM é capaz de tornar os fluxos visíveis, permitindo a visualização do excesso e da carência de algum material no sistema, bem como a identificação de suas fontes (BRUNNER; RECHBERGER, 2005), mostrando as saídas e entradas de materiais dos sistemas de produção.

Portanto, podemos utilizar a AFM para incrementar os estudos desenvolvidos no intuito de estudar a dinâmica de nutrientes, considerando a importância de observar o fluxo dos mesmos em um sistema, avaliar como ocorre o movimento dos nutrientes, e o equilíbrio dos mesmos. Isso permite a visualização da capacidade de ciclagem de nutrientes de um sistema, a falta de controle sobre o fluxo dos mesmos e a vulnerabilidade criada por práticas agrícolas insustentáveis. Práticas essas que podem criar um transporte de nutrientes para fora do sistema, por exemplo, campos de cultivo com solo descoberto, favorecendo o processo de erosão, perda de matéria orgânica, solo, água e nutrientes (GLIESSMAN *et al* 2007).

Desse modo, a AFM torna-se uma ferramenta para a execução de estudos mais detalhados sobre a dinâmica de sistemas agrícolas e agrários. A partir desse conhecimento, pode-se desenvolver mecanismos para minimizar perdas de nutrientes, fortalecendo os mecanismos que permitam a ciclagem de nutrientes dentro dos sistemas (GLIESSMAN *et al*, 2007).

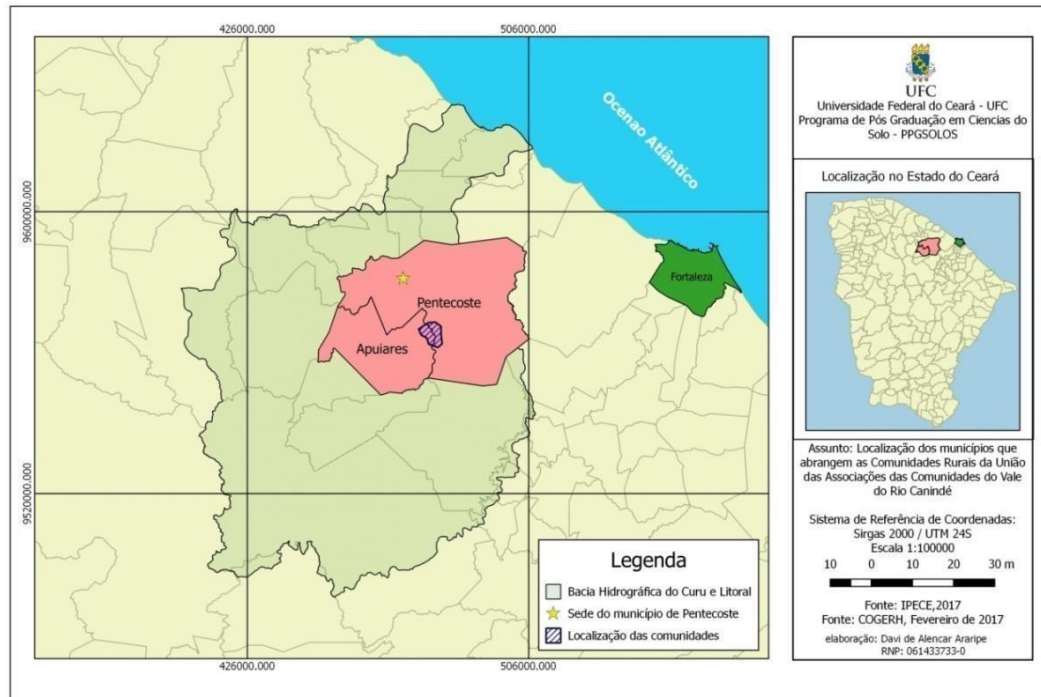
### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida em quatro etapas: Escolha dos produtores e levantamento de variáveis técnicas, sociais e financeiras; Mapeamento dos fluxos de materiais e nutrientes; Avaliação dos teores de nutrientes no solo; e Análise de dados.

#### **3.1 Descrição do local**

O estudo foi realizado dentro do microterritório médio Curu, mais especificamente entre os municípios de Pentecoste e Apuiarés (FIGURA 1).

Figura 1 – Localização dos municípios de Pentecoste e Apuiarés, em relação ao município de Fortaleza. A área do estudo está destacada com hachuras entre os municípios de Pentecoste e Apuiarés.



Fonte: Davi de Alencar.

O Município de Pentecoste está localizado na região semiárida, ao norte do estado do Ceará, a 88 km da capital Fortaleza, com coordenadas geográficas de 3°47'34" de Latitude, 39°16'13" de longitude e 60 m de altitude (IPECE, 2011). O Município de Apuiarés está localizado na mesma região, com coordenadas geográficas de 3° 56' 56" de Latitude e 39° 25' 54" de Longitude e 85 m de altitude (IPECE, 2016).

Pentecoste apresenta como características ambientais, temperatura média de 26° a 28°, com índice pluviométrico de 817,7 mm, relevo caracterizado por depressões sertanejas, tabuleiros pré-litorâneos e planícies pluviais. Entre os tipos de solo que se apresentam na



região, podemos citar: Solos Aluviais, Bruno não Cálculo, Solos Litólicos, Planossolo Solódico e Podzólico Vermelho-Amarelo, com vegetação Caatinga Arbustiva Densa, Complexo Vegetacional da Zona Litorânea e Floresta Mista Dicotillo-Palmacea (IPECE, 2014). Apuiarés apresenta características semelhantes a Pentecoste, temperatura de 26° a 28°, com índice pluviométrico de 763,1 mm, relevo caracterizado por depressões sertanejas. Entre os tipos de solo que se apresentam na região, podemos citar: Bruno não cálculo, Litólicos, Podzólico Vermelho-Amarelo e Solos Aluviais, com vegetação de Caatinga Arbustiva Densa (IPECE, 2016).

As comunidades rurais envolvidas na pesquisa foram: Tamarina, Irapuá, Várzea Comprida, Parnaíba e Boa Vista (FIGURA 2), todas localizadas no entorno do rio Canindé, com regime hídrico intermitente.

Figura 2 – Distribuição e localização das comunidades.



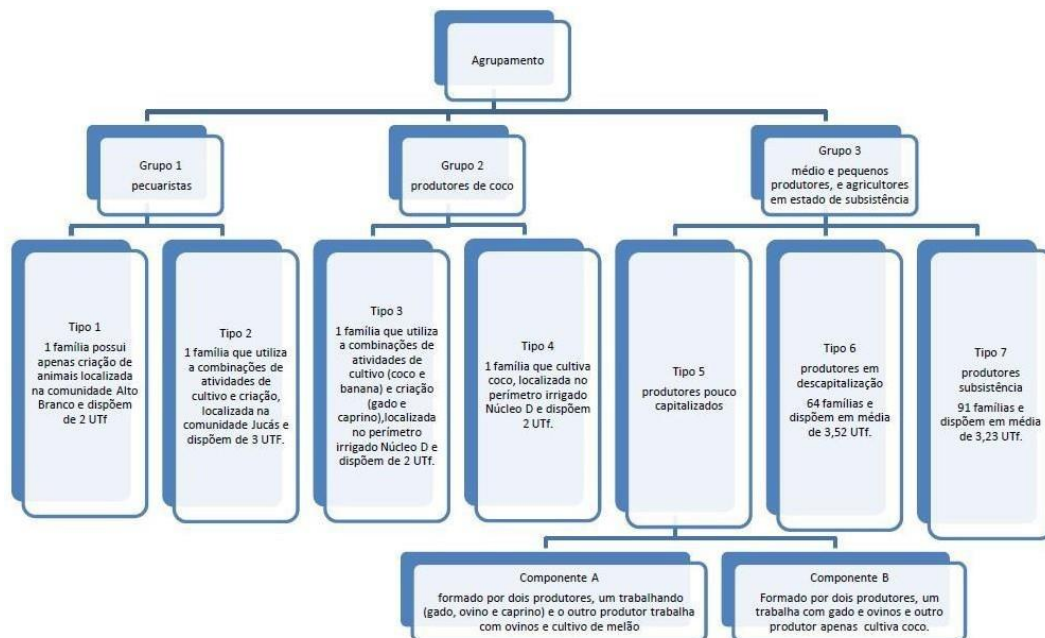
Fonte: Google Earth

### 3.2 Levantamento de variáveis sociais e econômicas e escolha dos produtores

A escolha da amostra de produtores a ser trabalhada na presente pesquisa foi realizada, considerando a tipologia de Bento (2015). A Análise Diagnóstico de Sistemas Agrários realizada pelo autor, no município de Pentecoste, revelou a existência de três grupos de produtores rurais distribuídos em sete tipos: (i) pecuaristas (tipo 1 e 2); (ii) produtores de

coco (tipo 3 e 4) e (iii) médios e pequenos produtores; e agricultores em estado de subsistência (tipo 5, 6 e 7) (FIGURA 3). Os tipos 1, 2, 3 e 4 foram constituídos por apenas um representante cada, e o tipo 5 por quatro representantes. Os tipos mais numerosos foram o 6 e 7, constituídos por 64 e 91 famílias, respectivamente (FIGURA 3). Dessa forma, o presente estudo foi realizado a partir de uma amostragem intencional não probabilística de vinte produtores, nos dois tipos de maior representatividade no grupo 3 do Município: O Tipo 6 e Tipo 7.

Figura 3 - Organograma representando a tipologia dos sistemas de produção do município de Pentecoste, CE, 2014.



Fonte: Bento J. A. N (2015).

A divisão dos grupos e tipos foi realizada por Bento (2015), a partir de uma análise de grupamento, considerando 16 variáveis: Escolaridade do chefe da família; Recebimento de auxílio/programa governamental; Participação em trabalho não-agrícola; Renda familiar mensal; Área total de unidade produtiva; Posse da terra; Produção bruta realizada; Consumo de insumos; Valor agregado; Despesa com mão-de-obra; Uso de irrigação; Realização de operações de crédito/financiamento; Participação em organização social; Assistência técnica; Renda agrícola e Renda monetária. As principais características dos grupos selecionados para o presente estudo são apresentadas a seguir:

O Tipo 6 é composto por produtores em descapitalização; 63 produtores recebem benefícios sociais governamentais e apenas uma família não recebe auxílio. Esses produtores possuem um nível de renda baixo, a grande maioria, 73,5%, conta com um a dois salários mínimos. Quanto ao acesso à terra, observou-se que 53,1% das famílias são proprietárias de suas terras e percebeu-se a existência de um grande número de estabelecimentos com áreas muito pequenas. O sistema de produção Tipo 6 compreende três subsistemas: o subsistema mata nativa, o subsistema de cultivo e o subsistema de criação (BENTO, 2015).

O Tipo 7 é composto por produtores descapitalizados. A 84 recebem benefícios sociais governamentais, e sete famílias não recebem nenhum benefício. Verifica-se um nível de renda baixo, pois a grande maioria, 41,81%, conta com até um salário mínimo. Quanto ao acesso à terra, observou-se que 59,3% das famílias são proprietárias de suas terras. Observou-se a existência de uma grande parte dos estabelecimentos com áreas muito pequenas. O sistema de produção Tipo 7 compreende três subsistemas: o subsistema mata nativa o subsistema de cultivo e o subsistema de criação. (Bento, 2015).

A identificação dos agricultores, dos Tipos 6 e 7, para a realização do presente estudo, foi feita a partir de amostragem conduzida no interior do município de Pentecoste, especificamente nas comunidades: Tamarina, Irapuá, Parnaíba, Várzea Comprida e Boa Vista. Foram realizadas visitas e aplicação de questionário semi-estruturado, com perguntas a respeito da renda e aspectos sociais dos produtores (APÊNDICE I).

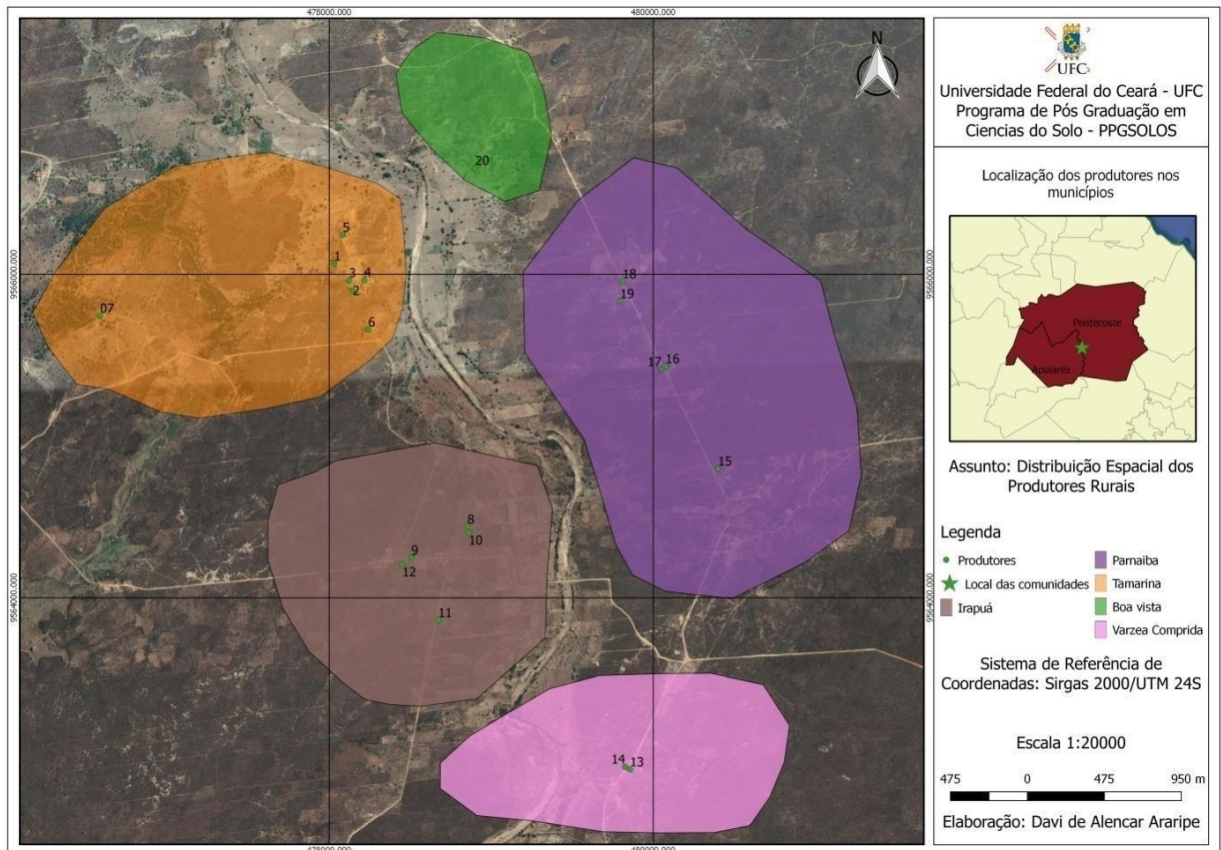
O objetivo do questionário foi fazer o levantamento de variáveis sociais e econômicas: RA (renda agrícola), RNA (Renda não agrícola), FT (força de trabalho), Npessoas (número de pessoas na família), APcul (água para cultivo), Irrigação, NS (número de subsistemas), ATpro (área total da propriedade), bem como identificar características e informações sobre os produtores que os enquadrassem na tipologia realizada por BENTO (2015), a partir do levantamento das seguintes informações:

- a. Determinar a renda mensal da família.
- b. Identificar se os membros da família recebem algum auxílio do governo.
- c. Identificar se os agricultores exercem atividades não agrícolas.
- d. Identificar se os agricultores exercem atividades fora da unidade de produção.
- e. Determinar o tipo de produção vegetal, animal, industrial, artesanal e etc, identificando as produções que são para consumo e venda.
- f. Dimensionar o tamanho da família e da propriedade.
- g. Identificar a escolaridade dos produtores.

h. Saber se os produtores recebem alguma assistência técnica.

Foram entrevistados 22 produtores no total. Com resultado dessa etapa, foram selecionados vinte produtores, distribuídos dentro das cinco comunidades (FIGURA 04).

Figura 4 – Distribuição e localização dos Produtores selecionados para o estudo.



Fonte: Davi de Alencar.

### 3.3 Levantamento de dados para construção dos fluxos de materiais e nutrientes

O estudo de fluxos de materiais e nutrientes foi realizado individualmente, dentro de cada propriedade rural selecionada (sistema de produção). Desse modo, a propriedade rural foi uma amostra do tipo de sistema de produção, constituído por subsistemas de cultivo, mata, criação, casa e quintal, que por sua vez são também subdivididos em subsistemas (Figura 5).

Foi realizado o levantamento da massa de materiais que entram e saem de cada subsistema, e da mesma forma foi feito com os fluxos de materiais entre os subsistemas e das relações dos mesmos com sistemas externos. Os materiais compreendem qualquer produto

agrícola, insumo ou resíduo utilizado ou gerado dentro dos subsistemas avaliados. O levantamento da massa de materiais circulantes dentro do sistema de produção foi feito através da aplicação de um questionário semiestruturado, com perguntas a respeito da produção animal, vegetal e manejo do solo (APÊNDICE II), insumos utilizados, durante todo o ano agrícola de 2015. O objetivo do questionário foi o levantamento das seguintes informações:

- a. Determinar a diversidade da produção agrícola e pecuária e as interações com processos externos e internos do sistema.
- b. Identificar a quantidade de produtos produzidos.
- c. Identificar a quantidade de produtos exportados da propriedade para outros locais dentro ou fora da comunidade.
- d. Conhecer o destino dos produtos.
- e. Conhecer a interação com comércio e indústria.
- f. Determinar a variedade e quantidade de produtos trazidos de fora para dentro da propriedade, incluindo alimentos para os rebanhos, adubo, sementes, dentre outros.
- g. Conhecer todos os fluxos de materiais convertidos para fluxos dos macronutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), a partir da multiplicação da massa seca de materiais pela concentração de cada nutriente.

O levantamento das concentrações de nutrientes de cada material circulante nos sistemas de produção, foi realizado através de levantamento bibliográfico, afim de compor uma tabela de concentração de nutrientes para cada material e produto que integre os sistemas de produção.

### **3.4 Mapeamento dos fluxos de materiais e levantamento da massa de nutrientes**

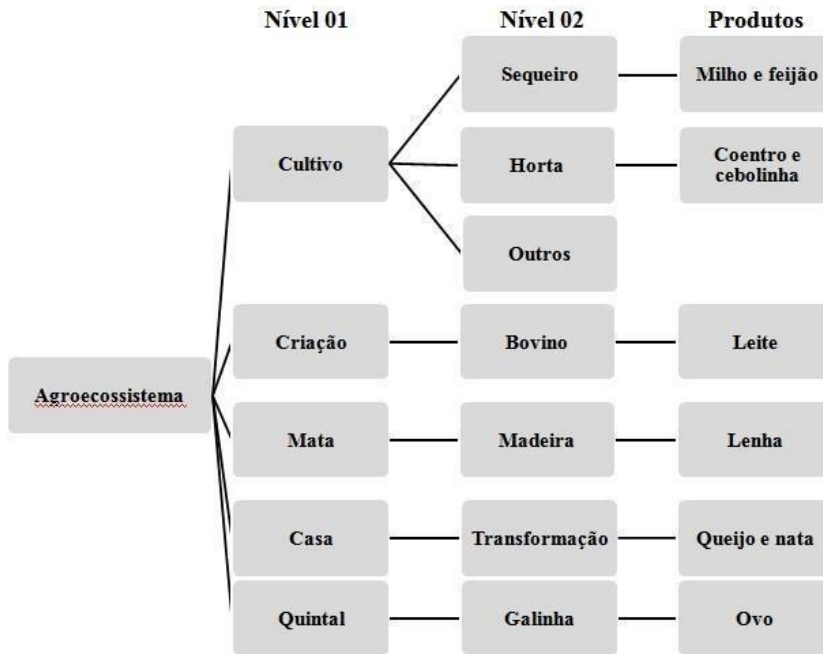
O mapeamento dos fluxos de materiais e de nutrientes foi realizada com o auxílio do programa computacional STAN<sup>®</sup> (sigla em língua inglesa para "análise de fluxo de substâncias" (Substance Flow Analysis), foi lançado em 2006 e atualizado em 2009. Este programa computacional tem a capacidade de realizar os cálculos de fluxos de nutrientes, a partir dos fluxos de materiais e concentração de nutrientes nos materiais, apresentando os resultados graficamente. Os dados referentes aos fluxos de materiais e nutrientes são dispostos

em camadas nos gráficos. Dessa forma, foi possível visualizar a dinâmica do fluxo de materiais e nutrientes dentro do sistema de produção, bem como sua relação com os sistemas externos, além de permitir a quantificação da massa de nutrientes (P, K, Ca, Mg) que circulam, entram e saem dos sistemas de produção, bem como o estoque dos mesmos em cada subsistema. E assim foram geradas as seguintes variáveis: FEP (fluxo de entrada de fósforo), FEK (fluxo de entrada de potássio), FECa (fluxo de entrada de cálcio), FEMg (fluxo de entrada de magnésio), FSP (fluxo de saída de fósforo), FSK (Fluxo de saída de potássio), FSCa (fluxo de saída de cálcio), FSMg (fluxo de saída de magnésio), FIP (Fluxo interno de fósforo), FIK (Fluxo interno de potássio), FICa (Fluxo interno de cálcio), FIMg (Fluxo interno de magnésio), EstPM (balanço de fósforo na área de mata), EstKM (balanço de potássio na área de mata), EstCaM (balanço de cálcio na área de mata), EstMgM (balanço de magnésio na área de mata), EstPCr (balanço de fósforo na área de criação), EstKCr (balanço de potássio na área de criação), EstCaCr (balanço de cálcio na área de criação), EstMgCr (balanço de magnésio na área de criação), EstPCu (balanço de fósforo na área de cultivo), EstKCu (balanço de potássio na área de cultivo), EstCaCu (balanço de cálcio na área de cultivo), EstMgCu (balanço de magnésio na área de cultivo), EstPCa (balanço de fósforo na casa), EstKCa (balanço de potássio na casa), EstCaCa (balanço de cálcio na casa), EstMgCa (balanço de magnésio na casa), EstPQ (balanço de fósforo no quintal), EstKQ (balanço de potássio no quintal), EstCaQ (balanço de cálcio no quintal), EstMgQ (balanço de magnésio no quintal).

### **3.5 Hierarquia dos sistemas estudados**

No presente trabalho, os sistemas estudados são denominados sistemas de produção divididos em cinco subsistemas nível 01, que por sua vez é composto por N subsistemas nível 02, que são compostos por N subsistemas nível 3 (Figura 5).

Figura 05: Organograma representando a hierarquia dos subsistemas dentro do sistema de produção.



Fonte: autor

### 3.6 Avaliação dos teores de nutrientes do solo no campo

Os teores dos macronutrientes P, K, Ca e Mg foram determinados no solo de cada subsistema nível 01 (cultivo, criação, mata) e nos subsistemas nível 02 dos produtores 1 e 2 (horta e sequeiro), 5 (sequeiro, jerimum, melancia), 7 (ovino e bovino) e 19 (sequeiro). As amostras que representam o subsistema nível 02 (subdivisões dos subsistemas do nível 01) foram necessárias nos casos em que o subsistema cultivo e/ou criação tinha algum tipo de divisão ou eram áreas distintas quanto as suas características físicas. Assim, não foi possível representar a área do subsistema nível 01, já que, fazendo isso os dados podiam ser superestimados ou subestimados. Na área de cultivo do produtor 01, por exemplo, dentro do subsistema cultivo possui uma horta e uma área para plantio de milho e feijão (sequeiro), dessa forma, foram feitas duas amostragens compostas: uma para representar o teor de nutrientes na área ocupada pela horta e outra para representar o teor de nutrientes na área de sequeiro, compondo assim, amostras compostas de cada subsistema nível 02.

### 3.6.1 Amostragem

Foram coletadas vinte subamostras simples para a composição de uma amostra composta para os subsistemas no nível 2 e 3 citados acima. As subamostras simples foram retiradas de uma camada de 0-20 cm de profundidade, tomadas ao acaso de cada área avaliada.

### 3.6.2 Quantificação de Macronutrientes

A quantificação de macronutrientes foi realizada de acordo com o manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes (EMBRAPA, 2009). No laboratório de manejo do solo e na Embrapa da Universidade Federal do Ceará.

#### 3.6.2.1 Fósforo e Potássio

Foram obtidos extratos com extrator Melich-1 ( $\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,025 \text{ mol L}^{-1}$ ) onde o P foi quantificado por espectrofotometria e o K por fotometria de chama, conforme Embrapa (2009).

#### 3.6.2.2 Cálcio e Magnésio

Foram extraídos por  $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$ , e posteriormente determinados por espectrometria de adsorção atômica. (EMBRAPA, 2009).

#### 3.6.2.3 Interpretação dos resultados da análise do solo

A interpretação dos resultados de teores de nutrientes no solo está de acordo com os níveis de fertilidade do solo utilizados pelos laboratórios do estado do Ceará (Rodrigues, 2013). Nele, constam teores para a interpretação dos resultados da análise do solo para fósforo, potássio, cálcio e magnésio (tabela 01).



Tabela 01: Níveis de Fertilidade para Interpretação dos Resultados da Análise do Solo Utilizados pelos laboratórios do estado do Ceará

Determinações	Unidade	Classificação			
		Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	meq/100cm <sup>3</sup>	0-1,5	1,6-4,0	>4,0	-
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	meq/100cm <sup>3</sup>	0-0,5	0,6-1,0	>1,0	-
Potássio (K <sup>+</sup> )	Ug/cm <sup>3</sup>	0-45	46-90	>91-180	>180
Fósforo (P)	Ug/cm <sup>3</sup>	0-10	11-20	21-40	>40

Fonte: Rodrigues (2013)

### 3.7 Análise de dados

As relações entre as variáveis de diferentes dimensões analisadas foram avaliadas a partir do estabelecimento de correlações simples e múltiplas entre variáveis sociais, econômicas, fluxos, balanços e estoques de nutrientes no solo. Para isso foi utilizado o software estatístico SAS “Statistical Analysis System”.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização dos sistemas de produção estudados

De maneira geral, os sistemas de produção estudados têm sua dinâmica de funcionamento de acordo com a topografia do terreno, fica fácil visualizar a heterogeneidade da paisagem e a distribuição das atividades dentro da mesma (Figura 06). Os sistemas de produção estudados apresentam distribuição dos subsistemas e ocupação do solo semelhante, com poucas diferenças entre si. Eles são divididos em 2, 3, 4 ou 5 subsistemas, e apresentam a mesma distribuição física. Os produtores que possuem os 5 subsistemas, por exemplo, se apresentam da seguinte forma: área alta é composta pelo subsistema mata, casa e quintal; na parte central do terreno, ainda numa região alta, ficam as criações (subsistema área de criação), e na parte mais baixa se localizam os subsistemas área de cultivo, de localização mais próxima ao rio Canindé, as chamadas áreas de cróa. E as principais diferenças se referem a características como número de subsistemas, à quantidade de animais criados tanto no quintal como na área de criação, aos insumos importados e produtos consumidos e comercializados, tamanho da família, área total da propriedade (ATpro) e acesso a água para seus cultivos (APcul) e renda (Tabela 02).

Na área de estudo, apenas 6 produtores possuem cacimbão, e por isso, possuem acesso a água para seus cultivos e sistema de irrigação, mas essa característica não reflete na renda agrícola dos produtores, visto que alguns que não possuem APcul apresentam renda agrícola maior. Possivelmente outros fatores devem influenciar a RA. Dos vinte sistemas de produção selecionados, cinco são compostos por moradias de no máximo 2 pessoas (produtor e esposa) e apresentam renda agrícola muito baixa, com predominância de ausência da mesma (RA= R\$ 0,00). No entanto, o contrário não é verdadeiro, alguns produtores que não apresentaram RA fazem parte de famílias com mais de 2 pessoas. Esse fato pode ser explicado devido ao número de pessoas que trabalha na área, à falta de estímulo dos produtores que preferem se resguardar e viver da aposentadoria, ao invés de arriscar na produção. A maioria dos sistemas de produção possuem ATpro= 8 hectares (terra doada pelo DNCS). Os produtores que possuem áreas maiores, além da terra do DNCS, compraram outras terras ou receberam de herança; no caso do sistema de produção 07, o terreno é propriedade de um político de Pentecoste, que deixa sua terra aos cuidados do Produtor 07.

Os principais insumos importados para os sistemas de produção avaliados são: semente de milho, semente de feijão, bulbo de cebolinha, adubo e semente de coentro (produtores que possuem horta); milho, farelo de milho, torta de algodão, esterco de galinha, soro de leite, coalho, sal e capim elefante. Além desses insumos, alguns produtores relatam ter utilizado fertilizantes minerais à base de N, P e K, herbicidas e outros tipos de agrotóxicos em anos anteriores. Esses insumos externos podem ter origem da própria comunidade ou de sistemas de produção e comunidades vizinhas, e de Fortaleza. E os principais insumos internos são: milho (para alimentação dos animais) e leite (para produção de queijo e nata).

Os principais produtos produzidos nos sistemas de produção avaliados são: milho, feijão, macaxeira, jerimum, melancia, coentro, cebolinha, pepino, pimentinha, mamão, coco, banana, pimentão, galinha, ovo, pato, peru, capote, suíno, leitão, ovino, caprino, bovino, leite, nata e lenha. Grande parte desses produtos é para o sustento da família, e a comercialização de alguns geralmente é realizada na própria comunidade, em Pentecoste ou na CEASA. No entanto, a comercialização externa à comunidade foi praticamente nula no ano de 2015, devido à baixa produção.

Após as atividades de cultivo, os produtores sempre guardam um pouco de semente para o ano seguinte. E é comum haver doação e troca de sementes entre amigos, bem como doação de animais (pato) para a Igreja por parte do produtor 01.

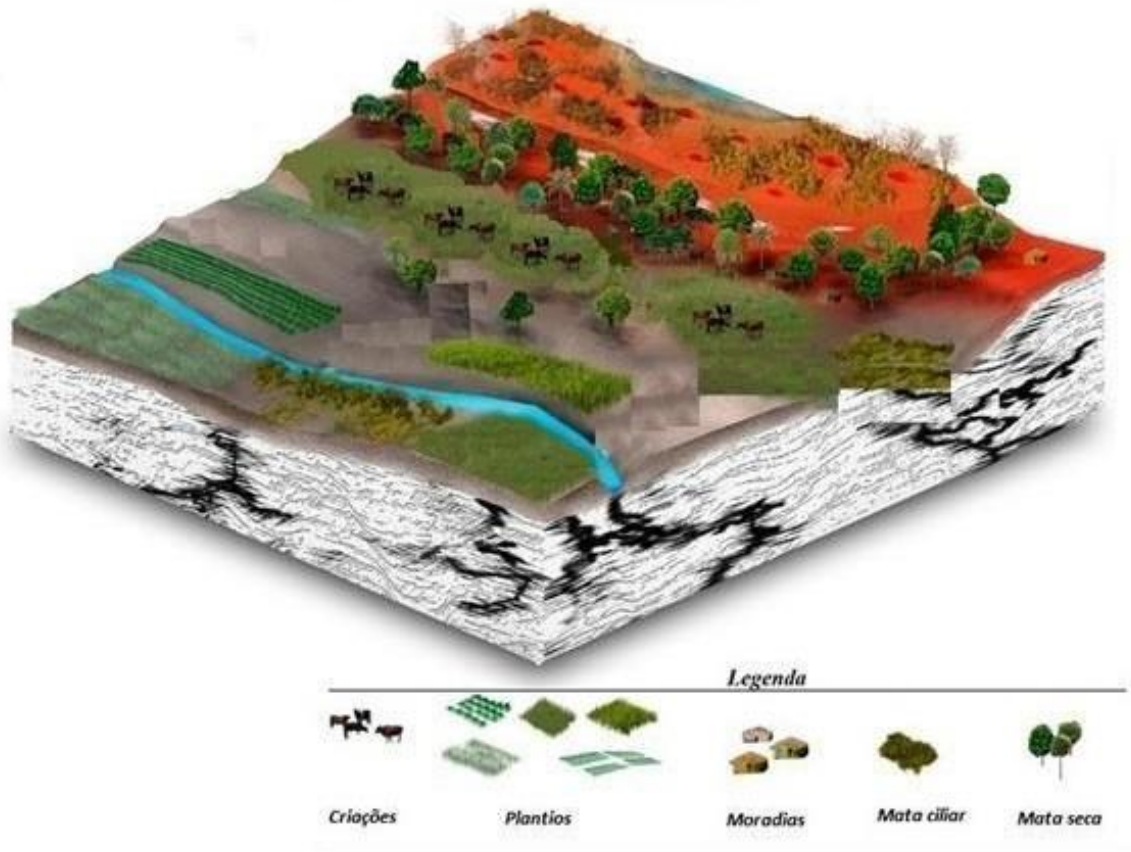
Os sistemas de produção têm como principal atividade a produção agrícola familiar. Geralmente a mulher trabalha na produção de queijo e nata (sistemas de produção 7 e

18), é responsável pela horta suspensa (no caso do sistema de produção 14), trabalham na criação de animais e nos plantios (nos sistemas de produção 05 e 08) e cuidam dos animais que criam no quintal (grande parte dos sistemas de produção). No entanto, geralmente quem trabalha nas áreas de cultivo e criação dos animais é o homem e filhos mais velhos (grande parte dos sistemas de produção).

O sistema de produção é composto por subsistemas de produção, que se relacionam de forma sinérgica: o subsistema cultivo produz alimento para o subsistema moradia e criação, enquanto que o subsistema criação e quintal produzem alimento e insumos para a moradia e os outros subsistemas. Da mesma forma, o subsistema mata transfere biomassa através do pastejo animal e recebe devido às atividades de pastejo em outros subsistemas. Alguns sistemas de produção também utilizam a área de mata para extrair lenha para casa e comercialização.

Além disso, os produtores executam o manejo de seus subsistemas de forma parecida, com aração e gradagem na área de cultivo, e, após o cultivo, colocam seus animais ou animais de outros produtores para pastejar os restos de cultura. Os mesmos não fazem adubação de suas áreas, exceto os produtores que possuem horta, que fazem adubação só da área ocupada pela mesma com adubo bovino.

Figura 06: Ilustração da ocupação de uso do solo nas comunidades.



Fonte: Matos, et al (2014), editada por Isabela Cunha.

Tabela 02: Informações gerais de caracterização dos sistemas de produção estudados.

Produtor	Comunidade	Tamanho da família	RA	RNA	NS	APcul	Atpro (ha)
1	Tamarina	4	R\$ 12.280,00	R\$ 21.912,00	5	Cacimbão	16
5	Tamarina	2	R\$ 5.075,00	R\$ 18.912,00	5	Cacimbão	60
6	Tamarina	3	R\$ 1.260,00	R\$ 924,00	5	Não	8
8	Irapuá	3	R\$ 960,00	R\$ 18.912,00	5	Não	16
20	Boa vista	6	R\$ 0,00	R\$ 2.880,00	5	Não	30
2	Tamarina	3	R\$ 8.560,00	R\$ 10.560,00	4	Cacimbão	8
3	Tamarina	2	R\$ 240,00	R\$ 18.912,00	4	Não	8
4	Tamarina	5	R\$ 90,00	R\$ 2.335,00	4	Não	8
7	Tamarina	5	R\$ 35.910,00	R\$ 1.764,00	4	Não	400
13	Várzea comprida	5	R\$ 1.630,00	R\$ 10.200,00	4	Não	116
14	Várzea comprida	5	R\$ 360,00	R\$ 11.616,00	4	Não	8
15	Parnaíba	5	R\$ 1.300,00	R\$ 16.200,00	4	Cacimbão	8
16	Parnaíba	4	R\$ 0,00	R\$ 28.368,00	4	Não	8
17	Parnaíba	2	R\$ 0,00	R\$ 18.912,00	4	Não	8
18	Parnaíba	5	R\$ 11.920,00	R\$ 4.500,00	4	Cacimbão	30
19	Parnaíba	6	R\$ 1.920,00	R\$ 18.912,00	4	Cacimbão	8
9	Irapuá	2	R\$ 0,00	R\$ 18.912,00	3	Não	8
12	Irapuá	2	R\$ 0,00	R\$ 18.912,00	3	Não	4
10	Irapuá	4	R\$ 210,00	R\$ 9.456,00	2	Não	8
11	Irapuá	1	R\$ 0,00	R\$ 9.456,00	2	Não	4

Fonte: autor.

#### 4.2 Tabela de nutrientes

A concentração de nutrientes em materiais pode apresentar variações em relação ao local de produção, condições de solo, umidade, temperatura, características vegetais, entre outras. Desse modo, procurou-se realizar uma busca na literatura com dados que mais se aproximaram da realidade estudada. Cultivadas em situações e ambientes parecidos com a região de estudo, exceto em alguns materiais de difícil acesso às informações nutricionais. Todos os cálculos para a transformação de fluxos de materiais em fluxos de nutrientes foram realizados a partir dos dados de concentração de nutrientes apresentados na Tabela 03.

Tabela 03: Concentração de macronutrientes nos materiais encontrados nos sistemas de produção estudados

Materiais	g.kg <sup>-1</sup>				Fonte
	P	K	Ca	Mg	
Folha do feijão	3,60	24,3	14,3	4,40	Kiehl, 1985
Grão de feijão	3,50	11,0	1,40	1,90	Parryet al. 2007
Grão de milho	1,13	1,85	0,02	0,33	Lima et al. 2011
Palha de milho	-	-	4,50	-	R. Heinrichset al. 2002
Palha de milho	1,70	21,7	-	2,50	Calonegoet al. 2012
Jerimum	0,12	1,65	0,09	0,04	Lima et al. 2006
Macaxeira	0,07	0,11	0,20	0,01	Duarte e Areco, 2015
Alface	0,91	33,3	20,20	5,67	Quadros et al. 2011
Coentro	4,81	44,66	12,46	6,49	Duarte e Areco, 2015
Cebolinha	1,80	35,7	19,20	6,80	Belfort e Haag, 1983
Pepino	6,90	55,9	6,00	4,80	Solis, 1982
Pimentinha	0,46	3,40	0,18	0,25	Duarte e Areco, 2015
Pimentão	2,90	28,0	1,00	1,30	Silva et al. 2013
Gergelim	3,90	16,8	2,20	1,90	Santos et al. 1982
Quiabo	0,46	2,81	0,33	0,43	Faquin e Andrade, 2004
Melância	0,21	1,10	0,10	0,11	Faquin e Andrade, 2004
Mamão	2,70	16,2	2,70	1,50	Hiroce et al. 1977
Côco	1,07	3,70	0,07	0,41	Lima et al. 2006
Banana	1,40	43,2	1,40	1,50	Hiroce et al. 1977
Farelo de milho	0,72	0,44	0,42	0,64	Duarte e Areco, 2015
Capim Elefante	1,30	14,6	1,20	2,10	Alves et al. 2011
Torta de algodão	21,6	7,40	5,70	3,90	Severino et al. 2006
Carne de Peru	2,17	2,81	0,10	0,19	Lima et al. 2011
Carne suína	1,99	3,15	0,05	0,20	Duarte e Areco, 2015
Carne bovina	2,01	3,30	0,05	0,23	Duarte e Areco, 2015
Carne de frango	1,98	3,32	0,05	0,25	Duarte e Areco, 2015
Carne de ovelha	29,0	36,5	0,66	2,80	Nutrition&Dietetics, 2007
Carne de caprino	21,4	19,4	1,10	1,50	Wan Zahariet al. 1985
Carne de pato	1,39	2,09	0,11	0,15	Duarte e Areco, 2015
Esterco bovino	14,58	3,12	13,00	20,00	Freitas et al. 2012
Leite	0,93	1,51	1,19	1,15	Duarte e Areco, 2015
Queijo	1,23	1,05	5,79	0,07	Lima et al. 2011
Nata	7,90	10,4	8,90	0,80	Food Standards Agency, 2002
Ovo de galinha	1,64	1,50	0,42	0,13	Lima et al. 2011
Jurema	1,30	12,10	12,10	2,60	Menezes; Sampaio e Salcedo, 2008

Fonte: Autor

### 4.3 Mapeamento dos materiais e nutrientes

Foram identificados 38 tipos de fluxos (origem, material e destino comuns), que ocorrem entre os subsistemas dos sistemas de produção (Tabela 4).

Tabela 04: Fluxo interno de materiais

<b>FLUXO DE MATERIAIS</b>				
<b>INTERNO</b>				
<b>Origem</b>	<b>Subsistema nível 02</b>	<b>Material</b>	<b>Destino</b>	<b>Nº de produtores</b>
<b>Alimentação Humana</b>				
Sub. Cultivo	Sequeiro	Feijão	Alimentação (Sub. casa)	16
Sub. Quintal	Galinha	Galinha	Alimentação (Sub. casa)	15
Sub. Criação	Bovino	Leite	Alimentação (Sub. casa)	6
Sub. Cultivo	Horta	Coentro e cebolinha	Alimentação (Sub. casa)	4
Sub. Criação	Ovino	Ovino	Alimentação (Sub. casa)	4
Sub. Quintal	Porco	Porco	Alimentação (Sub. casa)	4
Sub. Criação	Caprino	Caprino	Alimentação (Sub. casa)	3
Sub. Cultivo	Sequeiro	Milho	Alimentação (Sub. casa)	3
Sub. Quintal	Peru	Peru	Alimentação (Sub. casa)	3
Sub. Cultivo	Macaxeira	Macaxeira	Alimentação (Sub. casa)	3
Sub. Cultivo	Melancia	Melancia	Alimentação (Sub. casa)	2
Sub. Casa	Produção	Queijo e nata	Alimentação (Sub. casa)	2
Sub. Cultivo	Banana	Banana	Alimentação (Sub. casa)	1
Sub. Quintal	Capote	Capote	Alimentação (Sub. casa)	1
Sub. Cultivo	Coco	Coco	Alimentação (Sub. casa)	1
Sub. Cultivo	Jerimum	Jerimum	Alimentação (Sub. casa)	1
Sub. Cultivo	Mamão	Mamão	Alimentação (Sub. casa)	1
Sub. Quintal	Pato	Pato	Alimentação (Sub. casa)	1
<b>Plantio</b>				
Sub. Casa	Estoque	Semente de feijão	Feijão (Sub. cultivo)	13
Sub. Casa	Estoque	Semente de milho	Milho (Sub. cultivo)	9
Sub. Casa	Estoque	Mudas de macaxeira	Macaxeira (Sub. cultivo)	3
Sub. Casa	Estoque	Semente de coentro	Horta (Sub. cultivo)	2
Sub. Casa	Estoque	Semente de Jerimum	Jerimum (Sub. cultivo)	1
Sub. Casa	Estoque	Semente de Melancia	Melancia (Sub. cultivo)	1
<b>Sementes e mudas</b>				
Sub. Cultivo	Feijão	Semente de feijão	Estoque (Sub. casa)	9
Sub. Cultivo	Milho	Semente de milho	Estoque (Sub. casa)	6
Sub. Cultivo	Macaxeira	Muda de macaxeira	Estoque (Sub. casa)	3
Sub. Cultivo	Horta	Semente de coentro	Estoque (Sub. casa)	2
Sub. Cultivo	Melancia	Semente de melancia	Estoque (Sub. casa)	1
Sub. Cultivo	Sorgo	Semente de sorgo	Estoque (Sub. casa)	1
<b>Alimentação Animal</b>				
Sub. Cultivo	Milho	Milho	Galinha (Sub. quintal)	8
Sub. Cultivo	Milho	Milho	Peru (Sub. Quintal)	3
Sub. Cultivo	Milho	Milho	Porco (Sub. quintal)	3
Sub. Cultivo	Milho	Milho	Pato (Sub. quintal)	2
Sub. Cultivo	Capim	Capim	Bovino (Sub. criação)	1
Sub. Cultivo	Capim	Capim	Ovino (Sub. criação)	1
Sub. Cultivo	Milho	Milho	Caprino (Sub. criação)	1
<b>Produção (queijo e nata)</b>				
Sub. Criação	Bovino	Leite	Produção (Sub. Casa)	2

Fonte: Autor

Considerando que um tipo de fluxo pode ocorrer em mais de uma propriedade, foram contabilizados um total de 142 fluxos internos em todos os sistemas de produção estudados, sendo que 50% desse total são referentes a fluxos para a casa do produtor, para a alimentação. Dentre esses, os que apareceram com mais frequência foram o fluxo de feijão (16 produtores), galinha (15 produtores) e leite (6 produtores) para consumo da família.

Cerca de 11% dos fluxos internos se referem à utilização de produtos agrícolas para a alimentação animal. Dentre esses, o que ocorreu com maior frequência foi a utilização do milho produzido para alimentação das galinhas, presente em oito propriedades.

Pouco mais de 20% do total de fluxos internos se referem a utilização de sementes estocadas na residência para o plantio, sendo que a utilização de sementes de milho e feijão que, foram guardadas de outros cultivos, são os mais frequentes. Cerca de 13 produtores utilizaram sementes de feijão que foram armazenadas de seus cultivos, e nove produtores fizeram o mesmo para o milho. Segundo os agricultores, a quantidade de sementes armazenadas e o número de produtores que utilizam sementes de seus cultivos aumentaram porque não estão mais recebendo sementes da Ematerce: alguns recebem só milho; outros, só feijão; e outros nenhuma. Dessa forma, para garantir os cultivos posteriores, boa parte dos produtores guardam suas sementes e também fazem trocas e doações entre eles. No entanto, podemos observar que o número de produtores que utilizaram sementes armazenadas é maior que o número de produtores que armazenaram sementes, isso porque não obtiveram uma boa safra, e, portanto, não tiveram condições de armazenar. O feijão, por exemplo, em muitos casos, não produziu nada, e o que foi obtido foi todo consumido.

É importante observar que não existem fluxos de materiais internos com propósito de recompor os nutrientes extraídos pelas culturas das áreas de cultivo. Desta forma, a ciclagem de nutrientes planejada dentro dos sistemas de produção avaliados é praticamente nula, restringindo-se apenas à utilização de sementes de algumas culturas. Evidencia-se, dessa forma, a falta de conscientização dos produtores com relação à manutenção da fertilidade do solo.

Os fluxos de entrada de materiais nas propriedades demonstram que a maior parte da dependência de produtos externos aos sistemas de produção são constituídos por alimentos para os animais (Tabela 5). Os fluxos de entrada mais frequentes são os de milho para alimentação das galinhas (15 produtores) e outros animais. Os demais fluxos de entrada são constituídos principalmente de sementes, principalmente feijão, e apenas dois produtores utilizam adubo advindo de fora da propriedade.



Tabela 05. Fluxos de entrada de materiais

<b>FLUXO DE MATERIAIS</b>		
<b>Entrada</b>		
<b>Material</b>	<b>Destino (Sub 2)</b>	<b>Nº de produtores</b>
<b>Alimentação animal</b>		
Milho	Galinha (Sub.quintal)	15
Farelo	Porco (Sub.quintal)	5
Milho	Pato (Sub.quintal)	3
Milho	Caprino (Sub.criação)	2
Milho	Peru (Sub.quintal)	2
Milho	Porco (Sub.quintal)	2
Resíduo	Bovino (Sub.criação)	2
Capim	Ovino (Sub.criação)	1
Capim	Bovino (Sub.criação)	1
Farelo	Ovino (Sub.criação)	1
Milho	Capote (Sub.quintal)	1
Milho	Equino (Sub.criação)	1
Milho	Ovino (Sub.criação)	1
Ração	Pato (Sub.quintal)	1
<b>Sementes e mudas</b>		
Semente de milho	Milho (Sub.cultivo)	7
Semente de feijão	Feijão (Sub.cultivo)	5
Semente de Jerimum	Jerimum (Sub.cultivo)	3
Semente de Coentro	Horta (Sub.cultivo)	2
Bulbo de cebolinha	Horta (Sub.cultivo)	1
Semente de Melância	Melância (Sub.cultivo)	1
Semente de Pimentinha	Horta (Sub.cultivo)	1
Semente de Sorgo	Sorgo (Sub.cultivo)	1
<b>Produção de queijo e nata</b>		
Sal	Produção (Sub.casa)	2
Coalho	Produção (Sub.casa)	2
<b>Adubação</b>		
Esterco de bovino	Horta (Sub.cultivo)	2
<b>Alimentação humana</b>		
Feijão	Alimentação (Sub. casa)	1

Fonte: Autor

Foram identificados 36 fluxos de saída do sistema de produção, constituídos por fluxos de 17 produtos (Tabela 6). Fica demonstrado, dessa forma, uma elevada diversidade de produtos comercializados pelo conjunto de sistemas de produção avaliados, e, no entanto,

uma baixa diversidade de produtos dentro de cada sistema de produção. A cebolinha, coentro e porco são os produtos exportados com maior frequência (4 produtores), seguidos por leite, caprino e ovino (3 produtores). Isso mostra que os sistemas de produção estudados são caracterizados por sistemas de produção agrícola de subsistência. Contudo, os produtores que têm criação de animais ou uma pequena horta, por mais simples que sejam, tiveram a capacidade de gerar produtos para a comercialização.

Tabela 06. Fluxo de saída de matérias

<b>FLUXO DE MATERIAIS</b>	
<b>SAÍDA</b>	
<b>Material</b>	<b>Nº de produtores</b>
<b>Alimento</b>	
Horta.Cebolinha	4
Horta.coentro	4
Leite	3
Queijo	2
Jerimum	2
Melancia	1
Nata	1
Horta.Alface	1
Pimentinha	1
<b>Animal</b>	
Porco	4
Caprino	3
Ovino	3
Galinha	2
Peru	2
Pato	1
<b>Grãos</b>	
Milho	1
<b>Madeira</b>	
Lenha	1

Fonte: Autor

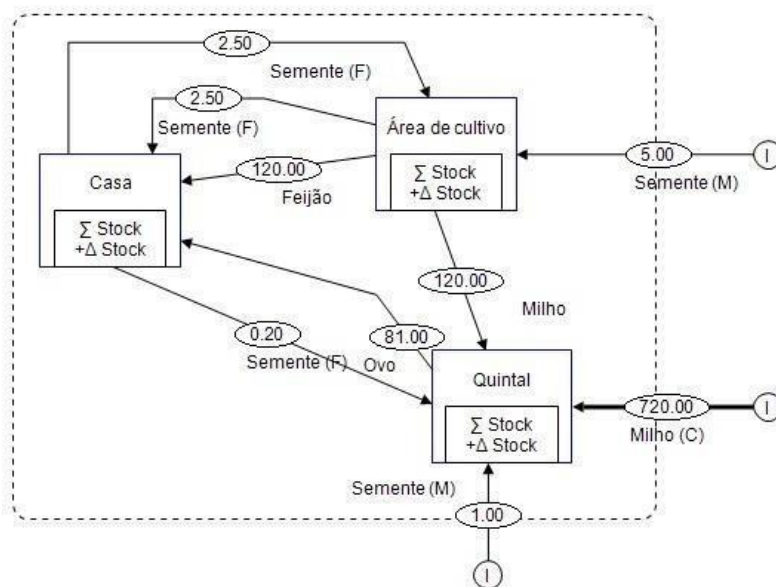
#### 4.3.1 Diagrama dos fluxos de materiais

Para cada sistema de produção estudado, foram feitos os diagramas dos fluxos de materiais para, posteriormente, quantificar os fluxos de saída, entrada, internos e balanços de nutrientes nos 20 sistemas de produção estudados. Destes, foram escolhidos quatro diagramas de acordo com o número de subsistemas presentes (figura 07, 08, 09 e 10), para ilustrar esses fluxos e apresentar algumas diferenças presentes entre os sistemas de produção 1, 2, 12 e 20.

Nos diagramas, os subsistemas são representados por retângulos; a linha tracejada representa o limite do sistema de produção; setas indicam a direção dos fluxos; a letra I indica importação e a letra E indica exportação. Os números dentro dos balões das setas indicam a quantidade de material em Kg que entrou e sai do sistema.

O produtor 12 (Figura 07), representa um sistema de produção com 3 subsistema, e nesse caso trata-se de um produtor que não obteve saídas no ano de 2015, onde o pouco que foi produzido foi consumido pela família. O mesmo apresentou poucas entradas, se limitando apenas a aquisição de sementes para o plantio, e também apresentou pouco fluxo interno de sementes e alimentação para a família e galinhas do quintal.

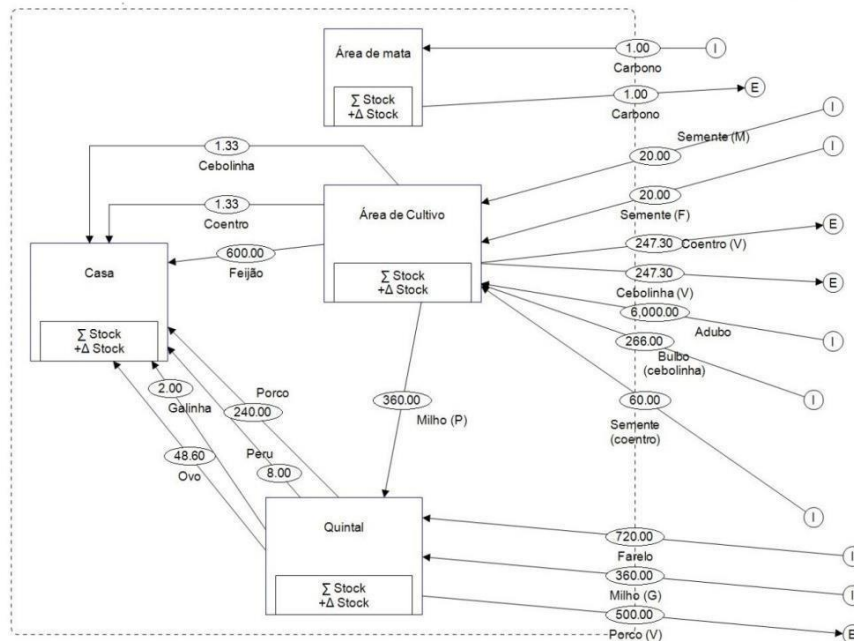
Figura 07: Fluxo de materiais do produtor 12 em kg por ano.



Fonte: Próprio autor.

O produtor 02, representa um sistema de produção com 4 subsistemas (Figura 08), e nesse caso trata-se de um produtor que obteve saídas de coentro, cebolinha e suíno vivo no ano de 2015, onde do pouco que foi produzido parte foi destinado para o consumo da família e outra parte para a venda. O mesmo apresentou mais entradas de insumos quando comparado ao produtor 12 (Figura 07). Os principais insumos de entradas foram, além de sementes, adubo, bulbo de cebolinha, milho e farelo de milho. O produtor 02 também apresentou um maior número de fluxos internos, além dos fluxos de sementes, também obteve fluxos de cebolinha, coentro, feijão, galinha, porco e pato para o consumo da família e milho para alimentação dos animais do quintal

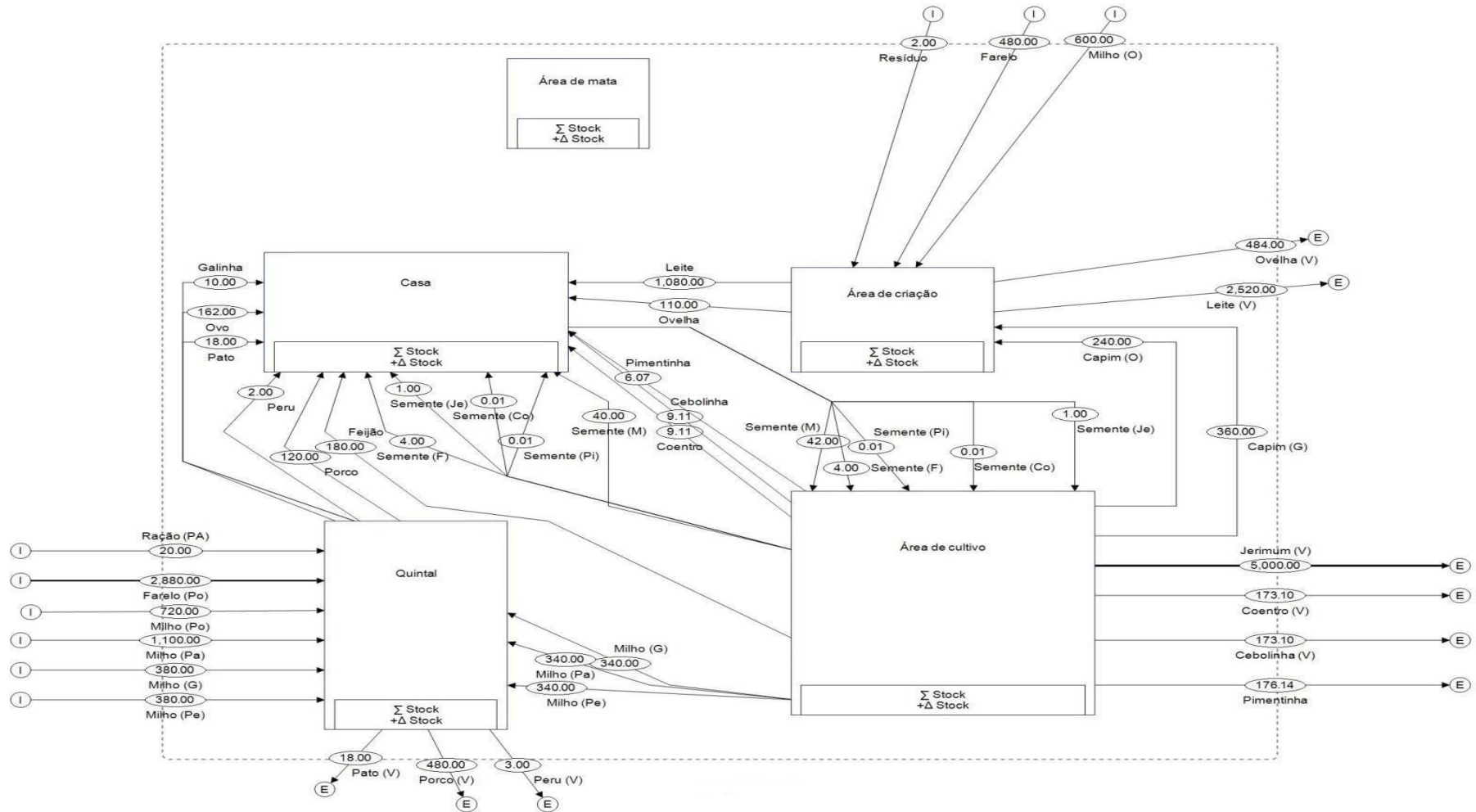
Figura 08: Fluxo de materiais do produtor 02 em kg por ano.



Fonte: Próprio autor.

O produtor 01, representa um sistema de produção com 5 subsistemas (Figura 09), e nesse caso trata-se de um produtor que obteve saídas de ovino, pato, porco, peru, leite, jerimum, coentro, cebolinha e pimentinha no ano de 2015, onde do pouco que foi produzido parte foi destinado para o consumo da família e outra parte para a venda. O mesmo apresentou mais entradas de insumos quando comparado aos produtores 12 e 02 (Figura 07). Os principais insumos de entradas foram, além de sementes, milho, resíduo, ração e farelo de milho. O produtor 01 também apresentou um maior número de fluxos internos, além dos fluxos de sementes, também obteve fluxos de cebolinha, coentro, feijão, galinha, porco, pato, peru, ovino, jerimum, leite e ovo para o consumo da família e milho para alimentação dos animais do quintal.

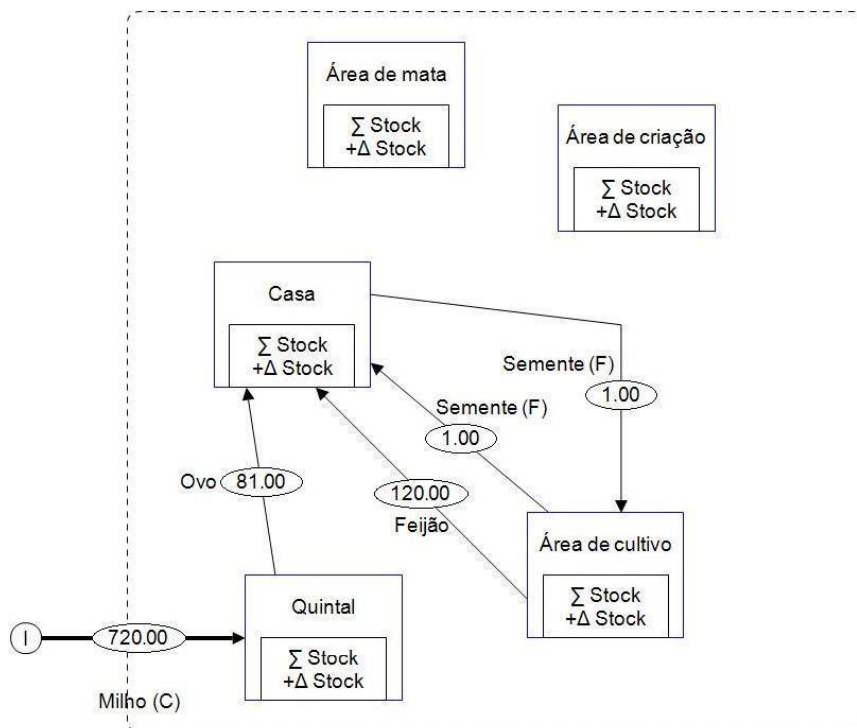
Figura 09: Fluxo de materiais do produtor 01 em kg por ano.



Fonte: Próprio autor.

O produtor 20, representa um sistema de produção com 4 subsistemas (Figura 10), e nesse caso trata-se de um produtor que não obteve saídas no ano de 2015, onde do pouco que foi produzido foi destinado para o consumo da família. O mesmo só apresentou entrada de milho para alimentação dos animais do quintal. O produtor 20 também apresentou poucos fluxos internos, se limitando ao fluxo de sementes para estoque e plantio, e feijão e ovo para consumo da família.

Figura 10: Fluxo de materiais do produtor 20 em kg por ano.



Fonte: Próprio autor.

A partir desses diagramas, fica fácil visualizar que os fluxos e balanços de nutrientes não necessariamente tem correlação direta com o número de subsistemas presentes nos sistemas de produção estudados, visto que o produtor 01 e 20 possuem o mesmo número de subsistemas, mas, uma diferença significativa em termos de fluxos de materiais.

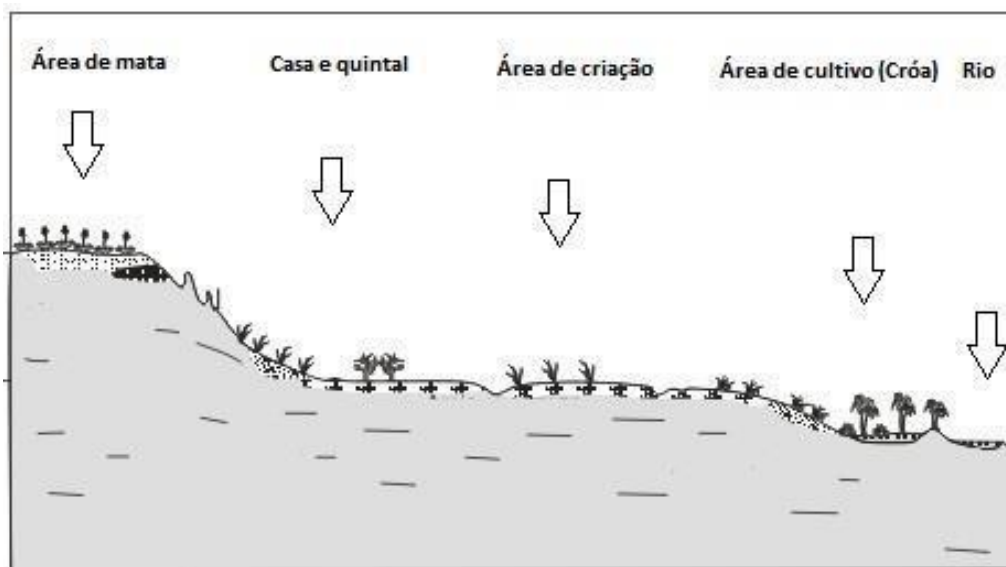
#### 4.4 Teores de nutrientes do solo

Os solos dos subsistemas estudados de maneira geral apresentaram altos teores de cálcio e magnésio, teores médios, altos e muito altos de fósforo, e teores baixos e médios de potássio. O subsistema área de cultivo é o que apresenta, de maneira geral, os maiores teores

de fósforo e potássio, quando comparado aos outros subsistemas, seguido pela área de criação e área de mata, respectivamente. Isso pode resultar do fato das áreas de cultivo ser áreas de cróa (áreas que ficam mais próximas ao rio), o que facilita o aumento do teor de P e K no solo, já que esses solos recebem uma maior quantidade de sedimentos, devido a sua localização (área mais baixa do terreno) e aos processos erosivos (Figura 11).

A movimentação dos animais da área de cultivo para a área de criação, e a alimentação dos mesmos na área de cultivo (restos culturais), podem ajudar no acréscimo do teor de fósforo e potássio na área de criação. A área de mata, segundo a maioria dos produtores não é utilizada para atividades agrícolas, mas, alguns deles utilizam a área de mata como área de criação e em anos passados, a mesma já o foi utilizada para agricultura e pecuária. Além do histórico de utilização, atualmente, para a maioria dos sistemas de produção, há pouca ou nenhuma movimentação da área e, portanto, a mesma não apresenta teores de fósforo e potássio tão destoantes em relação aos outros subsistemas e do que era esperado.

Figura 11: Ilustração do perfil do relevo e distribuição dos subsistemas dentro do sistema de produção.



Fonte: [www.funape.org.br/geomorfologia](http://www.funape.org.br/geomorfologia)

Para os macronutrientes  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  ocorreu o oposto do observado para o P e K. A área de mata, de maneira geral, apresenta os maiores valores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , seguido pela área de criação e, por fim, área de cultivo. Isso pode ser explicado pelo fato da área de mata já ter servido para agricultura e pecuária, com utilização de adubo e cal para correção da acidez do solo; como atualmente a área não é utilizada, esses nutrientes se mantiveram e

aparecem na área com teores maiores quando relacionado com as áreas de criação e cultivo. Já que as áreas de criação e cultivo, atualmente, são utilizadas com mais frequência, tanto para a produção de alimento como para a criação de animais, e sem utilização de adubo, fertilizantes e qualquer tipo de correção do solo. O que pode resultar numa maior utilização dos nutrientes presentes no solo. No entanto, é importante destacar que 5 produtores (6, 13, 15, 16 e 18) que possuem criações, utilizam a área de mata como área de criação. Considerando que a reposição de nutrientes só acontece através dos excrementos animais, a redução dos teores de nutrientes pode estar sendo favorecida. Mesmo assim, esses sistemas de produção apresentaram altos teores de cálcio e magnésio na área de mata, e quando comparado com os outros produtores, apresentam valores intermediários aos teores obtidos nos 20 sistemas de produção estudados (Tabela 07).



Tabela 07: Teores de P, K, Ca e Mg da camada de 0-0,2 m de profundidade dos subsistemas mata, criação e cultivo dos sistemas de produção estudados

Produtores	Área de Mata				Área de Criação				Área de Cultivo			
	mg kg <sup>-1</sup>		mmolc kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>		mmolc kg <sup>-1</sup>		mgkg <sup>-1</sup>		mmolc kg <sup>-1</sup>	
	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
1	31,46	29,60	114,31	62,91	34,38	13,6	62,96	40,00	49,89	38,4	61,38	28,54
5	58,96	7,60	96,78	46,87	35,48	19,6	86,31	45,62	61,85	16,8	70,61	23,33
6	5,05	8,40	38,18	22,08	10,46	15,2	82,23	36,87	50,99	22,8	43,28	29,79
8	8,56	9,40	44,83	48,75	13,46	12,4	24,66	23,12	53,77	17,00	48,26	23,33
20	19,83	9,40	76,21	36,46	24,0	12,0	111,11	55,83	48,94	45,00	88,21	58,12
19	13,68	8,40	53,58	36,04	72,06	19,8	34,21	22,29	51,65	19,60	48,58	24,79
7	25,31	10,40	65,53	33,33	30,43	7,60	65,83	46,87	n	n	n	N
14	n	n	n	n	n	n	n	n	90,49	8,60	13,73	25,21
2	14,34	7,80	49,61	40	n	n	n	n	60,07	14,60	42,68	23,12
3	6,66	9,00	111,96	28,54	n	n	n	n	73,37	15,60	68,78	11,87
4	6,66	9,00	111,96	28,54	n	n	n	n	63,5	20,00	38,48	18,12
13	43,82	11,20	68,16	35,0	n	n	n	n	41,48	14,20	43,13	40,21
15	0,81	14,20	14,76	58,75	n	n	n	n	30,95	31,20	101,58	56,87
16	1,17	12,00	10,01	36,25	n	n	n	n	47,33	30,00	46,13	37,29
17	10,61	11,20	56,56	54,79	n	n	n	n	51,5	15,60	53,23	26,04
18	12,73	10,60	52,11	35,41	n	n	n	n	40,53	25,20	54,56	45,62
9	n	n	n	n	n	n	n	n	53,77	17,00	48,26	23,33
12	n	n	n	n	n	n	n	n	32,26	12,20	58,96	36,66
11	n	n	n	n	n	n	n	n	34,68	14,80	68,53	31,66
10	7,24	9,60	55,43	39,79	n	n	n	n	56,18	19,00	36,78	20,83

Fonte: Autor.

#### 4.5 Balanços de nutrientes

Dos produtores participantes da pesquisa, 15 declara não explorar a área de mata. Desse modo, grande parte dos balanços de nutrientes dessa área é igual a zero, exceto quatro produtores que apresentaram balanço negativo na área de mata, e um que apresentou balanço positivo, que foram os produtores que utilizaram a área de mata para criação de animais. As áreas que apresentam balanço negativo, se caracterizam pela maior retirada de nutrientes por meio da atuação animal, do que entrada de nutrientes por meio de suplementação animal, ração ou alimento. Além da retirada de nutrientes na forma de produtos animais, os mesmos podem ser retirados da área de mata na forma de dejetos, visto que é comum que esses produtores possuam uma área para colocar os animais quando não estão pastejando, e então,

parte dos dejetos animais não retorna para a área pastejada. No entanto, é importante destacar que o estudo dos fluxos e balanços de nutrientes nesses subsistemas foi subestimado, já que não era possível quantificar os dejetos que são depositados na área de mata e o consumo dos animais durante o pastejo. Um dos produtores que apresentou balanço negativo na área de mata (produtor 6), foi devido à extração de madeira para produção e venda de lenha na comunidade. E o produtor 18 que apresentou balanço positivo de nutrientes na área de mata utilizou capim e ração para alimentar os animais, trazendo, dessa forma, nutrientes para dentro da área.

Apenas seis produtores possuem área de criação, e quatro deles apresentaram balanço negativo de nutrientes nas áreas de criação. Somente o produtor 20 apresentou balanço nulo, pois o mesmo possui apenas duas cabeças de gado, que, devido à situação de estresse hídrico, não produziram e vivem na área de pastejo. Assim, foi considerado que tudo que foi consumido pelos animais retornou em forma de dejetos para o sistema. Os produtores que apresentam balanço negativo de nutrientes na área de criação comercializaram produtos como ovinos, caprinos, bovinos, suínos e leite, e não realizaram a reposição de nutrientes nas áreas de criação. O produtor 07 foi o único que apresentou balanço positivo de nutrientes na área de criação e esse resultado provavelmente se deve ao fato do produtor utilizar a área de cultivo de outros produtores para que seus animais se alimentem dos restos vegetais.

Das propriedades avaliadas, 17 evidenciaram balanço de nutrientes negativo nas áreas de cultivo (Tabela 08). Isso ocorre devido à ausência da utilização de fertilizantes minerais e orgânicos nas lavouras e exportação de nutrientes pelas culturas agrícolas. Apesar da baixa produtividade devido ao estresse hídrico do ano avaliado, a exportação de nutrientes ocorreu pelo consumo doméstico e dos restos culturais pelos animais. Incluindo os produtores que não possuem animais, que, para conseguir renda extra, arrendaram suas áreas para que outros produtores colocassem seus animais para consumir os restos das culturais de suas lavouras.

Tabela 08: Balanço de macronutrientes nos subsistemas nível 01 dos sistemas de produção estudados.

Produtores	Área de Mata				Área de Criação				Área de Cultivo				Casa				Quintal			
	BALANÇOS (g/Kg)																			
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
1	0	0	0	0	-18,73	-17,02	-3,73	-4,03	-4,45	-36,14	-7,24	-4,61	5,44	9,07	1,98	2,06	4,62	5,68	1,19	2,89
5	0	0	0	0	-28,14	-28,75	-2,04	-2,96	-0,19	-1,03	-0,09	-1,10	3,37	4,83	0,95	1,57	0,78	1,27	0,01	0,23
8	0	0	0	0	-1,12	-1,81	-1,43	-1,38	-0,97	-2,54	-0,26	-0,44	1,56	3,44	1,13	1,23	0,98	1,51	0	0,28
20	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,42	-1,32	0	-0,23	0,55	1,44	0	0,24	0,68	1,21	0	0,23
6	-4,68	-43,56	-43,56	-9,36	-2,61	-3,29	-0,06	-0,25	0	0,01	0	0	3,68	4,27	0,33	0,34	-0,24	0,37	-0,26	0,16
18	60,14	858,83	67,33	121,59	0	0	0	0	-2,09	-4,06	-0,2	-0,72	2,30	3,37	0,03	1,13	4,06	5,38	0,87	2,61
7	0	0	0	0	2,72	784,18	59,15	110,2	0,14	-0,43	-0,06	-0,07	5,68	8,04	0,31	2,43	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	96,38	248,77	207,55	164,44	2,69	7,56	0,92	1,21	-0,24	-0,78	0,26	0,54
3	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,15	-1,23	-0,08	-0,07	0,40	0,55	0,10	0,07	0,70	1,01	0,14	0,48
4	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,48	-1,6	-1,19	-0,26	0,66	1,76	0,24	0,27	-0,06	0,03	-0,04	0,03
14	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,55	-1,53	-0,18	-0,26	0,57	1,76	0,28	14,32	10,47	1,79	9,15	0,3
17	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,42	-1,32	-0,17	-0,23	0,49	1,40	0,18	0,23	0,06	0,14	-0,01	0,03
19	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,64	-3,49	-0,84	-0,53	0,90	2,55	0,42	0,35	-0,24	-0,14	-0,09	0,01
16	-0,60	-15,30	-0,08	0,25	0	0	0	0	-1,23	-2,33	-0,1	-0,41	2,55	18,57	0,27	0,29	0,91	1,72	-0,06	0,35
13	-9,17	-12,03	-1,89	-2,41	0	0	0	0	-0,78	-2,07	-0,22	-0,25	2,10	4,12	1,97	1,86	-0,14	-0,24	0,04	0,16
15	-12,63	-11,45	-0,65	-0,89	0	0	0	0	-1,7	-5,23	-0,85	-0,89	5,80	8,59	1,16	1,17	-0,46	-0,38	-0,13	-0,02
9	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,62	-1,94	-0,25	-0,33	0,87	2,24	0,30	0,36	0,58	1,07	-0,03	0,22
12	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,55	-1,53	-0,17	-0,27	0,55	1,44	0,20	0,24	0,82	1,44	-0,02	0,27
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,03	0	0,01	-0,01	-0,02	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,47	-0,77	-0,01	-0,14	0,21	0,66	0,08	0,11	0	0	0	0

Fonte: Autor.

Além disso, houve poucos fluxos de nutrientes para fora das propriedades através da venda de produtos, cerca de 50% dos produtos são destinados para a casa e consumo da família, de onde não há nenhum tipo de aproveitamento de resíduos que possibilite o retorno dos nutrientes para a área de cultivo. Dessa forma, a situação do balanço de nutrientes nas propriedades é ainda pior que a demonstrada no presente estudo, pois o que foi avaliado se refere apenas à diferença entre a entrada e saída de nutrientes na forma de insumos e produtos, visto que o objetivo do estudo não foi contabilizar perdas por erosão, lixiviação e volatilização.

As propriedades que apresentaram balanços de nutrientes positivos na área de cultivo, foi o sistema de produção 02, que possui uma horta na área de cultivo e faz adubação da mesma; e o sistema de produção 11, que não apresentou qualquer saída da área de cultivo.

Grande parte dos nutrientes retirados das áreas de cultivo e de criação foi acumulado no subsistema casa (Tabela 04). Isso porque os sistemas de produção avaliados são caracterizados por uma agricultura de subsistência, onde grande parte dos fluxos são internos e estão direcionados para o consumo da família.

Apenas um produtor apresentou balanço negativo de alguns nutrientes do subsistema casa: produtor 11, devido a utilização de sementes, que foram guardadas para o plantio em anos anteriores. Como não houve produção de sementes no ano avaliado, os estoques de sementes não foram repostos (Tabela 08).

A maior parte dos quintais avaliados apresentou balanço de nutrientes ligeiramente negativos (déficits inferiores a um kg) para pelo menos um dos nutrientes estudados. Esse fato se explica devido a um maior consumo principalmente de ovo, consumo e venda de galinha, peru, porco criado no quintal e doação de pato, com pouca entrada de ração, milho ou farelo. No entanto, muitos desses utilizaram restos de comida para alimentar os animais do quintal. Mas, devido à ausência de informações que possibilitassem a quantificação nutricional desses alimentos para os animais, não foi possível registrar esse fluxo. Portanto, esse balanço poderia se tornar positivo, caso fosse possível contabilizar esse fluxo. Alguns produtores apresentaram balanços positivos de nutrientes nos quintais. Esses alimentam os animais ali criados com ração e milho. Como os únicos fluxos de saída de nutrientes contabilizados são os produtos animais para venda ou consumo, ocorre balanço positivo de nutrientes no sistema. Pois cerca de 70% dos nutrientes ingeridos pelos animais são eliminados na forma de dejetos e os mesmos são acumulados no sistema.

O sistema de produção 01 apresentou os maiores valores de fluxos internos de nutrientes, em comparação a outros produtores (Tabela 9). Ele se diferencia por possuir uma

maior interação entre os subsistemas, permitindo um número maior de fluxos e variedades de materiais dentro do sistema de produção. Entretanto, os valores dos fluxos internos dos sistemas de produção em geral, incluindo os do produtor 01, são extremamente baixos, devido à baixa produtividade dos sistemas e conseqüentemente à baixa circulação de materiais e nutrientes.

O fluxo interno de potássio nos sistemas de produção é maior quando comparado com os outros macronutrientes. Isso pode ser explicado pelo fato de que praticamente todos os produtos que circulam nos sistemas de produção estudados possuem maior concentração de potássio, quando comparados com os outros macronutrientes estudados (Tabela 03).

Tabela 09: Fluxos internos de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos sistemas de produção

Sistemas de produção	Nutrientes			
	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
	Kg.ano <sup>-1</sup>			
1	7,48	19,97	2,74	3,68
5	3,43	5,00	0,98	1,59
6	3,69	4,29	0,33	0,33
8	4,35	3,80	1,13	1,30
20	0,55	1,46	0,00	0,24
2	3,10	8,24	0,93	1,34
3	0,19	0,68	0,13	0,08
4	0,68	1,86	0,25	0,27
7	7,02	9,76	2,23	2,27
13	2,37	4,59	1,98	1,93
14	0,58	1,82	0,31	0,30
15	5,28	8,60	1,18	1,17
16	3,62	20,33	0,28	0,61
17	0,49	1,42	0,18	0,23
18	4,77	7,13	1,22	1,69
19	0,89	2,56	0,41	0,34
9	0,87	2,24	0,02	0,25
12	0,74	1,78	0,20	0,29
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,01	0,02	0,00	0,00

Fonte: Autor.

Seis sistemas de produção não evidenciaram fluxos de saída, enquanto que outros seis apresentaram fluxos insignificantes, com valores de fluxos de saída abaixo de 1 kg por ano (Tabela 10). Esses sistemas de produção demonstraram baixa produção, onde toda, ou a maior parte da produção, foi utilizada para o consumo próprio, caracterizando-se como sistemas de produção de subsistência.

Apenas oito sistemas de produção apresentam fluxos de saída de nutrientes acima de 1 kg por ano. O nutriente mais exportado na maioria dos sistemas de produção foi o potássio, com exceção do sistema de produção 15, que apresentou um valor maior de fluxo de saída de fósforo (Tabela 10). Seu principal produto exportado foi a carne de caprino, rica em fósforo (Tabela 03).

Tabela 10: Fluxos totais de saída de fósforo, potássio, cálcio e magnésio dos sistemas de produção.

Sistemas de produção	Nutrientes			
	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Kg ano <sup>-1</sup>				
1	19,2	45,08	9,30	6,90
5	25,00	25,00	1,19	2,49
6	4,68	43,56	43,56	9,36
8	0,45	0,72	0,57	0,55
20	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,64	21,45	7,86	3,38
3	0,07	0,99	0,05	0,02
4	0,02	0,03	0,00	0,00
7	73,01	90,73	26,45	14,37
13	8,23	10,5	0,19	0,80
14	0,01	0,23	0,11	0,03
15	9,63	8,73	1,18	0,68
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00
18	22,12	24,06	8,46	4,42
19	0,11	1,30	0,51	0,22
9	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,47	0,78	0,01	0,14
11	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autor.

O sistema de produção número 7 se destaca por um elevado valor de saída de nutrientes. Esses valores, comparativamente mais elevados dos fluxos de saída, se devem ao maior volume de produção, principalmente de carne de ovino, carne de caprino, carne de bovino e leite. O maior volume de produção está de acordo com a área ocupada pelo sistema de produção, com aproximadamente 400 ha, superando com grande margem a área ocupada pelos demais.

Os sistemas de produção 2, 7 e 18 apresentaram as maiores importações de macronutrientes (Tabela 11). O sistema de produção 02 possui uma horta produtiva, em que a manutenção da fertilidade do solo é dependente da importação de fertilizantes orgânicos

(esterco de bovino), responsável pela maior parte dos fluxos de importação de nutrientes. Os sistemas de produção 07 e 18 são os que apresentaram uma maior diversidade dentro dos sistemas de produção, o maior número de animais, que dependem da importação de grandes volumes de forragem e ração, para manterem-se produtivos durante períodos de estresse hídrico. Sendo que os alimentos para os animais constituem os principais fluxos de importação de nutrientes.

Tabela 11: Fluxos totais de entrada de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos sistemas de produção.

Sistemas de produção	Nutrientes			
	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Kg.ano <sup>1</sup>				
1	6,06	7,38	1,49	3,23
5	0,81	1,32	0,98	0,24
6	0,82	1,36	0,01	0,24
8	0,81	1,33	0,01	0,24
20	0,81	1,33	0,00	0,24
2	88,05	29,15	83,14	121,86
3	1,03	1,32	0,21	0,51
4	0,14	0,22	0,00	0,04
7	79,85	878,79	72,16	126,67
13	0,25	0,27	0,08	0,15
14	10,50	2,25	9,36	14,4
15	0,12	0,28	0,02	0,05
16	1,62	2,66	0,02	0,48
17	0,14	0,22	0,00	0,04
18	84,60	885,19	72,99	128,85
19	0,14	0,22	0,00	0,08
9	0,82	1,37	0,02	0,25
12	0,82	1,34	0,01	0,24
10	0,21	0,67	0,08	0,11
11	0,00	0,01	0,00	0,00

Fonte: Autor.

Os fluxos de entrada de potássio, exceto nos sistemas de produção 02 e 14, são superiores aos fluxos dos demais macronutrientes avaliados. Isso ocorre devido a esses fluxos serem constituídos principalmente por milho e feijão, para a maioria dos sistemas de produção, e capim elefante, no caso dos produtores 7 e 18, que apresentam maiores teores de potássio em comparação aos demais nutrientes avaliados (Tabela 03). Os produtores 02 e 14 se diferenciam, porque mantêm fluxo de entrada constituído por esterco bovino para adubação, material que possui mais fósforo e magnésio quando comparado com os outros macronutrientes (Tabela 03).

#### 4.6 Correlação entre variáveis socioeconômicas e nutrientes no solo

Grande parte dos fluxos de entrada de nutrientes avaliados apresentou correlações significativas entre si (Tabelas 13 e 14). Essas correlações já eram esperadas, uma vez que a entrada de nutrientes é basicamente constituída por alimentos para os animais e adubos orgânicos. Desse modo, não há entrada de um nutriente isolado, visto que esses materiais são constituídos por todos os nutrientes. Também foram observadas correlações positivas entre os fluxos de entrada e saída de nutrientes. Trata-se de uma decorrência dos fluxos de entrada serem constituídos principalmente por adubos orgânicos e alimentos para os animais, e os de saída, por produtos agrícolas comercializados. Assim, fica evidente que os produtores que comercializam sua produção obtêm recursos para investir na alimentação dos animais e/ou adubos orgânicos. É válido destacar que os balanços de nutrientes tiveram correlação positiva com as saídas de nutrientes. Deste modo, quanto maior é o fluxo de saída, maior ainda é o fluxo de entrada de nutrientes, confirmando parcialmente a hipótese do trabalho que agricultores com problemas econômicos não investem na manutenção da fertilidade do solo.

Além disso, todos os fluxos de entrada e saída de nutrientes apresentaram correlações positivas significativas com a RA (renda agrícola), exceto os fluxos de saída de cálcio e fluxo interno de potássio, evidenciando novamente que a renda é gerada pelos fluxos de saída de nutrientes, e com uma maior renda, os produtores destinam mais recursos para a reposição de nutrientes do sistema agrícola ou alimentação animal.

A ATpro (área total da propriedade) também apresentou correlação positiva com os fluxos de entrada e saída de nutrientes, exceto o fluxo de saída de cálcio e fluxo interno de potássio, indicando que o uso de insumos e produção comercializada são proporcionais à área da propriedade.

Os fluxos internos apresentam correlações positivas significativas com a FT (força de trabalho) e NS (número de subsistemas). Essa correlação dos fluxos internos de P, K, Ca e Mg com a FT pode ser explicada pelo fato dos sistemas de produção estudados apresentarem como característica principal atividades agrícolas para o autoconsumo, onde a força de trabalho requerida é utilizada para produção de alimentos básicos para a família. Grande parte dos fluxos de nutrientes internos são constituídos por fluxos de alimentos para a família. Desse modo, quanto maior é a FT, maiores serão os fluxos internos de macronutrientes. Quanto à correlação positiva dos fluxos internos com o NS, acontece porque o número de subsistema tem influência direta no número de fluxos internos, ou seja, quanto maior for o



número de subsistemas dentro do sistema de produção, maiores serão os fluxos internos a ele. Outros resultados interessantes foram as correlações positivas do FEK, FSK, FSP, FEMg e FSMg (Tabelas 13 e 14) com FT, mostrando que quanto maior a força de trabalho na propriedade, maior é a produção comercializada e conseqüente exportação de nutrientes, o que possibilita maior entrada de potássio e magnésio no sistema, e maior saída de fósforo, potássio e magnésio do sistema. Isso acontece provavelmente pela maior geração de renda, como discutido anteriormente.

No entanto, não houve correlações significativas dos fluxos (Tabelas 13 e 14) e balanços de nutrientes (Tabela 15) com os teores de nutrientes nos subsistemas dos sistemas de produção estudados. Essa ausência de correlações dos fluxos e dos balanços com os teores de nutrientes, pode ser explicada pelo fato de terem sido utilizados os valores de fluxos e balanços totais dos sistemas de produção estudados e não exatamente da área amostrada para a avaliação do solo. Assim, foram feitas correlações entre os fluxos das áreas amostradas com os teores de nutrientes no solo. Foram observadas correlações positivas entre o P do solo com os fluxos de entrada de P ( $r^2= 0.71 / P < 0.0001$ ) e balanço de P ( $r^2= 0.72 / < 0.0001$ ) das áreas de cultivo; e correlações positivas entre o P do solo e os fluxos de entrada de P ( $r^2= 0.98 / P < 0.0001$ ) e os fluxos de saída de P ( $r^2= 0.66 / P < 0.05$ ) na área de criação, bem como correlações positivas do K do solo com os fluxos de entrada do K ( $r^2= 0.99 / P < 0.0001$ ) e saída do K ( $r^2= 0.77 / P < 0.05$ ) na área de criação.

Dessa forma, foram comprovadas correlações entre os fluxos de P e K e concentração de nutrientes no solo. Como os produtores com problemas socioeconômicos apresentam balanços de nutrientes mais negativos, comprova-se dessa forma a hipótese de que problemas socioeconômicos podem levar à exaustão de nutrientes no solo.

A ausência de correlações dos teores de Ca e Mg no solo com os fluxos de Ca e Mg pode ser explicada pelos baixos valores dos balanços de nutrientes nos sistemas de produção estudados. Apesar da maioria dos sistemas de produção possuir balanços negativos de nutrientes, esses não foram inferiores a -5 kg nas áreas de cultivo, com exceção do sistema de produção<sup>01</sup> com balanço de -7 kg de Ca (Tabela 15). Esses valores de fluxos e balanços são desprezíveis se comparados a quantidade total desses nutrientes no solo, com estoques médios aproximados de 2000 e 3000 kg/ha de Mg e Ca, respectivamente.

É fato que o ano avaliado de 2015 foi com precipitação pluviométrica total um pouco abaixo da média (Tabela 12), desfavorecendo a produção agrícola e conseqüentemente o fluxo de nutrientes. Sendo que os teores de nutrientes do solo retratam o acúmulo ou consumo dos nutrientes no decorrer de todo o histórico de ocupação e uso da área. No

entanto, é fato, também, que anos com boas precipitações pluviométricas como, por exemplo, 2009 e 2011, são historicamente pouco frequentes. Deste modo, é provável que o período avaliado represente melhor os fluxos históricos de nutrientes nessas áreas do que um ano com boa precipitação pluviométrica.

Tabela 12: Médias da precipitação anual do município de Pentecoste nos últimos anos.

Ano	Precipitação	
	Normal	Observada
		mm
2016	766.1	478.1
2015	766.1	645.9
2014	766.2	412.5
2013	766.3	477.3
2012	766.4	314.6
2011	766.5	1015.3
2010	766.6	391.8
2009	766.7	1434.5
2008	766.8	793.0
2007	766.9	655.9

Fonte: Portal hidrológico do Ceará

Tabela 13: Correlação dos fluxos de fósforo e potássio nos sistemas de produção estudados.

FLUXOS					
<b>FEP</b>	FEK $r^2= 0.77 / P<.0001$ FECar $^2= 0.99 / P<.0001$ FEMg $r^2= 0.99 / P<.0001$ FSP $r^2= 0.55 / P< 0.05$ FSK $r^2= 0.53 / P< 0.05$ FSMg $r^2= 0.55 / P< 0.05$ EstPM $r^2= 0.53 / P< 0.05$ EstKM $r^2= 0.52 / P< 0.05$ EstCaM $r^2= 0.48 / P< 0.05$ EstMgM $r^2= 0.52 / P< 0.05$ EstKCr $r^2= 0.52 / P< 0.05$ EstCaCr $r^2= 0.53 / P< 0.05$ EstMgCr $r^2= 0.52 / P< 0.05$ EstPC $r^2= 0.58 / P< 0.05$ EstCaC $r^2= 0.59 / P< 0.05$ EstMgC $r^2= 0.58 / P< 0.05$ RA $r^2= 0.73 / P< 0.05$ Atp $r^2= 0.44 / P< 0.05$	<b>FSP</b>	FEP $r^2= 0.55 / P< 0.05$ FEK $r^2= 0.74 / P< 0.05$ FECa $r^2= 0.54 / P< 0.05$ FEMg $r^2= 0.58 / P< 0.05$ FSK $r^2= 0.88 / P<.0001$ FSMg $r^2= 0.81 / P<.0001$ FIP $r^2= 0.69 / P< 0.05$ FIK $r^2= 0.47 / P< 0.05$ FICa $r^2= 0.67 / P< 0.05$ FIMg $r^2= 0.66 / P< 0.05$ EstKCr $r^2= 0.87 / P<.0001$ EstCaCr $r^2= 0.86 / P<.0001$ EstMgCr $r^2= 0.87 / P<.0001$ RA $r^2= 0.94 / P<.0001$ FT $r^2= 0.72 / P< 0.05$ Atp $r^2= 0.92 / P<.0001$	<b>FIP</b>	FEK $r^2= 0.49 / P< 0.05$ FSP $r^2= 0.69 / P< 0.05$ FSK $r^2= 0.77 / P<.0001$ FSMg $r^2= 0.74 / P< 0.05$ FIK $r^2= 0.83 / P<.0001$ FICa $r^2= 0.82 / P<.0001$ FIMg $r^2= 0.86 / P<.0001$ EstKCr $r^2= 0.45 / P< 0.05$ EstMgCr $r^2= 0.44 / P< 0.05$ RA $r^2= 0.69 / P< 0.005$ FT $r^2= 0.67 / P< 0.05$ NS $r^2= 0.51 / P< 0.05$ Atp $r^2= 0.50 / P< 0.05$
<b>FEK</b>	FEP $r^2=0.77 / P<.0001$ FECa $r^2= 0.76 / P<.0001$ FEMg $r^2= 0.81 / P<.0001$ FSP $r^2= 0.74 / P< 0.05$ FSK $r^2= 0.59 / P< 0.05$ FSMg $r^2= 0.62 / P< 0.05$ FIP $r^2= 0.49 / P< 0.05$ EstPM $r^2= 0.68 / P< 0.05$ EstKM $r^2= 0.69 / P< 0.05$ EstCaM $r^2= 0.60 / P< 0.05$ EstMgM $r^2= 0.69 / P< 0.05$ EstKCr $r^2= 0.69 / P< 0.05$ EstCaCr $r^2= 0.69 / P< 0.05$ EstMgCr $r^2= 0.69 / P< 0.05$ RA $r^2= 0.80 / P<.0001$ FT $r^2= 0.48 / P< 0.05$ Atp $r^2= 0.71 / P< 0.05$	<b>FSK</b>	FEP $r^2= 0.53 / P< 0.05$ FEK $r^2= 0.59 / P< 0.05$ FECa $r^2= 0.52 / P< 0.05$ FEMg $r^2= 0.55 / P< 0.05$ FSP $r^2= 0.88 / P<.0001$ FSCa $r^2= 0.59 / P< 0.05$ FSMg $r^2= 0.98 / P<.0001$ FIP $r^2= 0.77 / P<.0001$ FIK $r^2= 0.58 / P< 0.05$ FICa $r^2= 0.67 / P< 0.05$ FIMg $r^2= 0.68 / P< 0.05$ EstKCr $r^2= 0.75 / P< 0.05$ EstCaCr $r^2= 0.74 / P< 0.05$ EstMgCr $r^2= 0.75 / P< 0.05$ RA $r^2= 0.88 / P<.0001$ FT $r^2= 0.72 / P< 0.05$ Atp $r^2= 0.78 / P<.0001$	<b>FIK</b>	FSP $r^2= 0.47 / P<.0.05$ FSK $r^2= 0.58 / P< 0.05$ FSMg $r^2= 0.52 / P< 0.05$ FIP $r^2= 0.83 / P<.0001$ FICa $r^2= 0.76 / P<.0001$ FIMg $r^2= 0.83 / P<.0001$ FT $r^2= 0.64 / P< 0.05$ APCul $r^2= 0.51 / P< 0.05$ Irrigação $r^2= 0.51 / P< 0.05$

Fonte: Autor

Tabela 14: Correlação dos fluxos de cálcio e magnésio nos sistemas de produção estudados.

FLUXOS			
<b>FECa</b>		FEP r <sup>2</sup> = 0.99 / P <.0001	
		FEK r <sup>2</sup> = 0.76 / P <.0001	
		FEMg r <sup>2</sup> = 0.99 / P <.0001	
		FSP r <sup>2</sup> = 0.54 / P< 0.05	FSP r <sup>2</sup> = 0.67 / P< 0.05
		FSK r <sup>2</sup> = 0.52 / P< 0.05	FSK r <sup>2</sup> = 0.67 / P< 0.05
		FSMg r <sup>2</sup> = 0.54 / P< 0.05	FSMg r <sup>2</sup> = 0.58 / P< 0.05
		EstPM r <sup>2</sup> = 0.52 / P< 0.05	FIP r <sup>2</sup> = 0.82 / P <.0001
		EstKM r <sup>2</sup> = 0.51 / P< 0.05	FIK r <sup>2</sup> = 0.76 / P <.0001
		EstCaM r <sup>2</sup> = 0.47 / P< 0.05	FIMg r <sup>2</sup> = 0.97 / P <.0001
		EstMgM r <sup>2</sup> = 0.51 / P< 0.05	RA r <sup>2</sup> = 0.69 / P< 0.05
		EstKCr r <sup>2</sup> = 0.51 / P< 0.05	FT r <sup>2</sup> = 0.83 / P <.0001
		EstCaCr r <sup>2</sup> = 0.52 / P< 0.05	Apro r <sup>2</sup> = 0.47 / P< 0.05
		EstMgCr r <sup>2</sup> = 0.51 / P< 0.05	EstKCu r <sup>2</sup> = -0.59 / P< 0.05
		EstPCu r <sup>2</sup> = 0.60 / P< 0.05	
		EstCaCu r <sup>2</sup> = 0.61 / P< 0.05	
		EstMgCu r <sup>2</sup> = 0.60 / P< 0.05	
	RA r <sup>2</sup> = 0.72 / P< 0.05		
	Apro r <sup>2</sup> = 0.53 / P< 0.05		
<b>FEMg</b>		FEP r <sup>2</sup> = 0.99 / P <.0001	FEP r <sup>2</sup> = 0.55 / P< 0.05
		FEK r <sup>2</sup> = 0.81 / P <.0001	FEK r <sup>2</sup> = 0.62 / P< 0.05
		FECa r <sup>2</sup> = 0.99 / P <.0001	FECa r <sup>2</sup> = 0.54 / P< 0.05
		FSP r <sup>2</sup> = 0.58 / P< 0.05	FEMg r <sup>2</sup> = 0.56 / P< 0.05
		FSK r <sup>2</sup> = 0.55 / P< 0.05	FSP r <sup>2</sup> = 0.81 / P< 0.05
		FSMg r <sup>2</sup> = 0.56 / P< 0.05	FSK r <sup>2</sup> = 0.98 / P< 0.05
		EstPM r <sup>2</sup> = 0.56 / P< 0.05	FSCa r <sup>2</sup> = 0.69 / P< 0.05
		EstKM r <sup>2</sup> = 0.55 / P< 0.05	FIP r <sup>2</sup> = 0.74 / P< 0.05
		EstCaM r <sup>2</sup> = 0.50 / P< 0.05	FIK r <sup>2</sup> = 0.52 / P< 0.05
		EstMgM r <sup>2</sup> = 0.55 / P< 0.05	FICa r <sup>2</sup> = 0.58 / P< 0.05
		EstKCr r <sup>2</sup> = 0.55 / P< 0.05	FIMg r <sup>2</sup> = 0.60 / P< 0.05
		EstCaCr r <sup>2</sup> = 0.56 / P< 0.05	EstKCr r <sup>2</sup> = 0.72 / P< 0.05
		EstMgCr r <sup>2</sup> = 0.55 / P< 0.05	EstCaCr r <sup>2</sup> = 0.71 / P< 0.05
		EstPCu r <sup>2</sup> = 0.52 / P< 0.05	EstMgCr r <sup>2</sup> = 0.72 / P< 0.05
		EstCaCu r <sup>2</sup> = 0.53 / P< 0.05	RA r <sup>2</sup> = 0.84 / P <.0001
		EstMgCu r <sup>2</sup> = 0.53 / P< 0.05	FT r <sup>2</sup> = 0.66 / P< 0.05
	RA r <sup>2</sup> = 0.75 / P= 0.0001	Apro r <sup>2</sup> = 0.74 / P< 0.05	
	FT r <sup>2</sup> = 0.45 / P< 0.05		
	Apro r <sup>2</sup> = 0.57 / P< 0.05		
		FSP r <sup>2</sup> = 0.66 / P< 0.05	
		FSK r <sup>2</sup> = 0.68 / P< 0.05	
		FSMg r <sup>2</sup> = 0.60 / P< 0.05	
		FIP r <sup>2</sup> = 0.86 / P< 0.05	
		FIK r <sup>2</sup> = 0.83 / P <.0001	
		FICa r <sup>2</sup> = 0.97 / P <.0001	
		EstPCr r <sup>2</sup> = -0.47 / P< 0.05	
		RA r <sup>2</sup> = 0.69 / P< 0.01	
		FT r <sup>2</sup> = 0.84 / P <.0001	
		APCu r <sup>2</sup> = 0.49 / P< 0.05	
		Irrigação r <sup>2</sup> = 0.49 / P< 0.05	
		NS r <sup>2</sup> = 0.45 / P< 0.05	

Fonte: Autor.

Assim como nos resultados de fluxos, todos os balanços de nutrientes mostraram correlações entre si e os balanços de K, Ca, e Mg na área de criação. Além das correlações positivas com outros balanços, também evidenciaram correlações positivas com FT (força de trabalho), RA (renda agrícola) e ATpro (área total da propriedade) com os balanços de nutrientes na área de criação (Tabela 15), reafirmando, como foi discutido anteriormente, que quanto maior o tamanho da propriedade, da força de trabalho utilizada na mesma e da renda agrícola, maior será o balanço positivo de nutrientes no sistema. Esses resultados vão de encontro com os resultados obtido por A. de Jager, et al (1998), em que fazendas orientadas para subsistência, devido a maior utilização de fertilizantes orgânicos (F.O= 54 kg ha<sup>1</sup>ano<sup>1</sup>) e menor de fertilizantes minerais (F.M= 9 kg ha<sup>1</sup>ano<sup>1</sup>), apresentaram um menor déficit de nutrientes (N= -26 kg ha<sup>1</sup>ano<sup>1</sup>, K= 32 kg ha<sup>1</sup>ano<sup>1</sup>) em relação a propriedades orientadas para o comércio (N= -106 kg ha<sup>1</sup>ano<sup>1</sup>, K= -68 kg ha<sup>1</sup>ano<sup>1</sup>).

Segundo o autor, as fazendas para comércio obtinham saldos de N e K mais negativos devido à localização (áreas muito povoadas), intensidade de produção e processos de lixiviação e erosão mais intensos, afim de compensar a saída de nutrientes, importavam mais fertilizantes minerais. Como resultado, o autor obteve correlações positivas da renda líquida da fazenda com os balanços de N e K.

Tabela 15: Correlação dos balanços de P, K, Ca e Mg nos sistemas de produção estudados.

BALANÇOS					
Área de cultivo	Correlações	Área de mata	Correlações	Área de criação	Correlações
<b>EstPCu</b>	EstCaCu $r^2= 0.99$ P <.0001 EstMgCu $r^2= 0.99$ P <.0001	<b>EstPM</b>	EstKM $r^2= 0.97$ P <.0001	<b>EstPCr</b>	EstKCu $r^2= 0.49$ P < 0.05
			EstCaM $r^2= 0.85$ P <.0001		Irrigação $r^2= -0.49$ P < 0.05
			EstMgM $r^2= 0.97$ P <.0001		
<b>EstKCu</b>	EstPCu $r^2= 0.99$ P <.0001 EstCaCu $r^2= 0.99$ P <.0001 EstMgCu $r^2= 0.99$ P <.0001	<b>EstKM</b>	EstPM $r^2= 0.97$ P <.0001	<b>EstKCr</b>	EstCaCr $r^2= 0.99$ P <.0001
			EstCaM $r^2= 0.87$ P <.0001		EstMgCr $r^2= 0.99$ P <.0001
			EstMgM $r^2= 0.99$ P <.0001		RA $r^2= 0.87$ P <.0001
					FT $r^2= 0.56$ P < 0.05
			Atpro $r^2= 0.98$ P <.0001		
<b>EstCaCu</b>	EstPCu $r^2= 0.99$ P <.0001 EstMgCu $r^2= 0.99$ P <.0001	<b>EstCaM</b>	EstPM $r^2= 0.85$ P <.0001	<b>EstCaCr</b>	EstKCr $r^2= 0.99$ P <.0001
			EstKM $r^2= 0.87$ P <.0001		EstMgCr $r^2= 0.99$ P <.0001
			EstMgM $r^2= 0.88$ P <.0001		RA $r^2= 0.86$ P <.0001
					FT $r^2= 0.54$ P = 0.05
			Atpro $r^2= 0.98$ P <.0001		
<b>EstMgCu</b>	EstPCu $r^2= 0.99$ P <.0001 EstKCu $r^2= 0.99$ P <.0001 EstCaCu $r^2= 0.99$ P <.0001	<b>EstMgM</b>	EstPM $r^2= 0.97$ P <.0001	<b>EstMgCr</b>	EstKCr $r^2= 0.99$ P <.0001
			EstKM $r^2= 0.99$ P <.0001		EstCaCr $r^2= 0.99$ P <.0001
			EstCaM $r^2= 0.88$ P <.0001		RA $r^2= 0.87$ P <.0001
					FT $r^2= 0.55$ P = 0.05
			Atpro $r^2= 0.98$ P <.0001		

Fonte: Autor.

Também foram observadas correlações positivas entre as variáveis socioeconômicas FT e ATpro com a RA (Tabela 16), reiterando que quanto maior a força de trabalho e a área total da propriedade, maior é a renda agrícola da propriedade.

Tabela 16: Correlação das variáveis socioeconômicas nos sistemas de produção estudados.

<b>VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS</b>	
<b>VARIÁVEL</b>	<b>CORRELAÇÕES</b>
<b>FT</b>	RA $r^2= 0.79387 / P<.0001$
	Atpro $r^2= 0.60036 / P = 0.0051$
<b>Atpro</b>	RA $r^2= 0.90027 / P <.0001$
	FT $r^2= 0.60036 / P <.0001$
<b>RA</b>	FT $r^2= 0.79387 / P<.0001$
	Atpro $r^2= 0.90027 / P <.0001$

Fonte: próprio autor

Levantou-se a hipótese, ainda, de que os teores de nutrientes do solo poderiam ser influenciados pelo conjunto de variáveis socioeconômicas, já que individualmente não houve relação entre os teores e essas variáveis. Para abordar essa hipótese, foram testados modelos de regressões múltiplas entre o conjunto de variáveis socioeconômicas e cada uma das variáveis relacionadas aos teores de nutrientes do solo. Contudo, mais uma vez não foram encontradas correlações significativas.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados indicam que os produtores com problemas econômicos não investem na manutenção da fertilidade do solo e que quanto maior a RA, ATpro e a FT, maiores são balanços anuais de nutrientes no solo. Além disso, foram encontradas correlações positivas dos teores de P e K com os fluxos e balanços dos mesmos dentro dos subsistemas estudados.

Apesar dos agricultores com problemas econômicos não investirem na manutenção da fertilidade solo, não houve correlações diretas entre as variáveis socioeconômicas e os teores de macronutrientes do solo nos sistemas de produção estudados.



## REFERÊNCIAS

ALVES, R. N; MENEZES, R. S. C; SALCEDO, I. H; PEREIRA, W. E. **Relação entre qualidade e liberação de N por plantas do semiárido usadas como adubo verde.** Agriambi. Campina Grande- PB, v. 15, n.11, p. 1107–1114. 2011. <Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>>

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

ARAÚJO FILHO, João Ambrósio de. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga.** Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.

BENTO, J. A. N. **Dinâmica e diferenciação dos sistemas agrários do território dos vales do curu e aracatiaçu: estudo de caso no município de Pentecoste.** 2015. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

BERTALANFFY, L V. **Teoria General de los Sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones.** México, D.F.: Fondo de Cultura Económica S.A de C.V, 1976.

BELFORT, C.C; HAAG, H.P. nutrição mineral de hortaliças - IVI - carência de macronutrientes em cebolinha (*allium schoenoprasum*). Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz". USP - São Paulo, 1983.

BRUNNER, P. H.; RECHBERGER, H. **Practical handbook of material flow analysis.** New York: Lewis publishers, 2005.

CALONEGO, J. C; GIL, F. C; ROCCO, V. F; SANTOS, E. A. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. Biosci. Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 770-781. 2012.

CONWAY, G. R. **Agroecosystem analysis for research and development.** Bangkok: Winrock International, 1986.

DRECHSEL, P; GYIELE, L; KUNZE, D; COFIE, O. Population density, soil nutrient depletion, and economic growth in sub-saharan Africa. *Ecological Economics*. P. 251–258. 2001. Disponível em <[www.elsevier.com/locate/ecolecon](http://www.elsevier.com/locate/ecolecon)>.

DE JAGER, KARIUKU, I; MATIRI, F. M; ODENDO, M; WANYAMA, J.M. Monitoring nutrient flows and economic performance in African farming systems (nutmon) iv. linking nutrient balances and economic performance in three districts in kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. P. 81-92. 1998.

DUARTE, J.M; ARECO, K. C. N. Tabela de composição química dos alimentos. Departamento de informática em saúde. Disponível em: <<http://www2.unifesp.br/dis/servicos/nutri/public/>>. Acesso em 5 fev.2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, D.F: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

FAQUIN, V; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. 2004. Monografia (Curso de pós-graduação “Lato Sensu” (especialização) a distância: Produção de hortaliças – Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

Food Standards Agency. **The Nutritional Composition of Dairy products**.6º edição. 2002. <Disponível em: [http://ilrestoealtrove.altervista.org/wp-content/uploads/2013/05/Composition\\_of\\_Dairy.pdf](http://ilrestoealtrove.altervista.org/wp-content/uploads/2013/05/Composition_of_Dairy.pdf)>.

FREITAS, M. S. C; ARAÚJO, C. A. S; SILVA, D. J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. *Semiárido De Visu*. Pernambuco, v.2, n.1, p.150-161. 2012.

FERREIRA, J. R. C. **Evolução e diferenciação dos sistemas agrários do município de Camaquã – RS: Uma análise da agricultura e suas perspectivas de desenvolvimento**. 2001. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible**. Turrialba, C.R.:Catie, 2002.

GLIESSMAN *et al.* 2007, Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16 (1): 13-23. Enero 2007. Disponível <<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=459>>.

HEINRICHS, R. G. C; VITTI, A. M; A. L. FANCELLI. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. *R. Bras. Ci. Solo.* São Paulo. P. 225-230, 2002.

HIROCE, R; CARVALHO, A. M; BATAGLIA, O. C; FURLANI, P. R; FURLANI, A. M. C; R. DOS SANTOS, E. E; J. R. GALLO. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. *Bragantia.* Campinas, V. 36, n. 14, p. 155 – 164. 1977.

INCRA, INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Análise diagnóstico de sistemas agrários: guia metodológico**. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/arquivos/0143901397.pdf>>. Acesso em: 21 jul.2015.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico municipal 2011 Pentecoste**. 2011. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2011/Pentecoste.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Pentecoste.pdf)>

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico municipal 2014 Pentecoste**. 2014. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2014/Pentecoste.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2014/Pentecoste.pdf)>

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico municipal 2016 Apuiarés**. 2016. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/perfil\\_basico\\_municipal/2016/Apuiares.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2016/Apuiares.pdf)>

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985. 492p.

LIMA, D. M; COLUGNATI, F. A. B; PADOVANI, R. M; AMAYA D. B. R; SALAY, E; GALEAZZI, M. A. M. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. Campinas, SP. Versão II. 2. Ed. 113p. NEPA-UNICAMP, 2006.

LIMA, D. M; COLUGNATI, F. A. B; PADOVANI, R. M; AMAYA D. B. R; SALAY, E; GALEAZZI, M. A. M. FARFÁN, J. A; NONATO, C. T; LIMA, M. T. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO**. Campinas, SP. 4. Ed. NEPA-UNICAMP, 2011.

MATOS, L.V; KER, J. C; CARDOSO, I. M; LANI, J. L; SCHAEFER, C. E. G. R. O conhecimento local e a etnopedologia no estudo dos agroecossistemas da comunidade quilombola de brejo dos crioulos. Soc. & Nat. Uberlândia, MG. P. 497-510, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320140308>>

MAZOYER, M; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo: do Neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

MENEZES, J. E. A. Análise econômica da “produção invisível” nos estabelecimentos agrícolas familiares no projeto de assentamento agroextrativista Paialta e Piranha, município de Nova Ipixuna, Pará – uso da mão-de-obra. **Agricultura familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, Paraíba, v. 4, n. 4, p. 329-370. 2004.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008. 291p.

MIGUEL, L. A. **Dinâmica e Diferenciação de Sistemas Agrários**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

NETO, B e BASSO, D. **Sistemas Agrários do Rio Grande do Sul: análise e recomendações políticas**. Rio Grande do Sul: Editora UNIJUÍ, 2005. 312 p.

PARRY, M. M; KATO, M. S. A; CARVALHO, J. G. Macronutrientes em caupi cultivado sob duas doses de fósforo em diferentes épocas de plantio. Agriambi. Campina Grande, PB. V.12. n.3. p.236–242. UAEEA/UFCG, 2008. <Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>>

PRIMAVESI, A. **Pergunte ao solo e as raízes: uma análise do solo tropical e mais de 70 casos resolvidos pela agroecologia.** São Paulo: Editora NOBEL, 2014.

QUADROS, B. R; MAGRO, F. O; CORRÊA, C. V; CARDOSO, A. I. I. Teor de macronutrientes na parte aérea e sementes de plantas de alface em função de doses de composto orgânico com e sem adição de fósforo ao solo. Semina: Ciências Agrárias. Londrina. v. 32, suplemento 1. p. 1725-1734, 2011.

SAMPAIO, E. V. S. B; SALCEDO, I. H.; ARAÚJO, M. S. B; MENEZES, R. S. C. **Agricultura sustentável no semi-árido nordestino.** Recife: Editora Universitária da URFE, 2009. 152 p.

SANTOS, R. A; HAAG, H. P; MINAMI, K. Nutrição mineral do gergelim (*sesamumindicuml.*) – i - concentração e acúmulo de macronutrientes em condições de campo. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz". USP - São Paulo. V. 39, 1982.

SEVERINO, L. S; LIMA, R. L. S; BELTRÃO, N. E. M. **Composição Química de Onze Materiais Orgânicos Utilizados em Substratos para Produção de Mud.** Comunicado técnico – 278. MAPA. Campina grande – PB, 2006.

SILVA, E. G; TAKATA, W. H. S; JÚNIOR, M. X. O; SILVA, J. D; R. GOTO. Teores de macronutrientes em plantas de pimentão enxertadas sob fertirrigação. Irriga. Botucatu. v. 18. n. 4. p. 675-686, 2013.

SOLIS, F.A.M. Concentração e extração de nutrientes e distúrbios nutricionais na cultura de pepino (*CucumissativusL.*) var. Aodai. Piracicaba, 1982. 139p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SOUSA, A. F. **Indicadores de sustentabilidade em sistemas agroecológicos por agricultores familiares do semi-árido cearense.** 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

Wan Zahariet al. 1985. Nutrient profiling in goats raised by smallholders and institutional farms in Bachok and Pasir Puteh Districts, Kelantan, Peninsular Malaysia. *Journal of Advanced Biomedical & Pathobiology Research* Vol.2 No.3, September 2012, 81-95.

YAMANO, T; KIJIMA, Y. The associations of soil fertility and market access with household income: evidence from rural Uganda. **FoodPolicy**. Tokyo, v. 35, p. 51-59. 2010. <Disponível em: <http://periodicos.capes.gov.br>>

APENDICE I - QUESTIONÁRIO COM PERGUNTAS SEMIESTRUTURADAS PARA O LEVANTAMENTO DE VARIÁVEIS SOCIAIS E ECONÔMICAS, E IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS E INFORMAÇÕES SOBRE OS PRODUTORES, A FIM DE ENQUADRÁ-LOS NA TIPOLOGIA REALIZADA POR BENTO (2015).

QUESTIONÁRIO Nº \_\_\_\_\_

Comunidade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**1. Qual a renda mensal da família?**

- (0) Até um salário mínimo (1) De 1 a 2 salários mínimos (2) De 2 a 3 salários mínimos  
(3) Acima de 3 salários mínimos

**2. A família recebeu algum tipo de benefício/ajuda em dinheiro?**

- (0) Sim (1) Não (2) Não sabe/não quis responder

Se sim. Renda mensal proveniente de outras atividades: \_\_\_\_\_

( 1 ) Aposentadoria

( 2 ) Ajuda de parentes

( 3 ) Pensão

( 4 ) Bolsa família

( 5 ) Trabalho como assalariado

**3. Exerce atividades não – agrícolas?**

- (1) Sim (1) Não (2) Não sabe/não quis responder

Se sim. Onde? \_\_\_\_\_

**4. Exerce atividades fora da Unidade de Produção (UP)?**

- (2) Sim (1) Não (2) Não sabe/não quis responder

Se sim. Onde? \_\_\_\_\_

**5. Tipo de produção (vegetal, animal, industrial de transformação e artesanato)?**

Quantidade para consumo e venda.

**6. Quantas pessoas na família?**

**7. Qual o tamanho e origem da propriedade?**

APENDICE II - QUESTIONÁRIO COM PERGUNTAS SEMIESTRUTURADAS A RESPEITO DA PRODUÇÃO ANIMAL, VEGETAL, MANEJO DO SOLO E INSUMOS UTILIZADOS DURANTE TODO O ANO AGRÍCOLA DE 2015.

QUESTIONÁRIO N° \_\_\_\_

Comunidade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1. Aproveita algum resíduo da criação animal? De que forma?
  
2. Qual a área ocupada pela produção? Se houver variedade vegetal, quanto é produzida de cada um?
  
3. É feito algum preparo do solo para o cultivo?
  
4. É utilizado algum tipo de adubo? Orgânico ou químico? Em que quantidade? Se for químico, verificar a formulação.
  
5. É feito algum aproveitamento dos resíduos da produção vegetal? Em que quantidade e com qual frequência?





1 – Um mesmo sistema de cultivo ou de criação pode ser constituído por mais de uma espécie, especificar o sistema.

(consórcio milho e feijão, por exemplo)

2 - Quando for o caso.

3 - Para um mesmo sistema de cultivo ou criação, pode haver uma ampla variedade de produtos e insumos (usar quantas linhas forem necessárias).

4 - O local de origem dos insumos ou produtos pode ser externo à propriedade ou sistemas de criação ou cultivos de dentro da propriedade (verificar a consistência dos dados, fazendo a triangulação das informações prestadas a respeito dos diferentes sistemas na Tabela e no questionário adicional).