

ANNY KARINY FEITOSA  
CARLOS WAGNER OLIVEIRA

# SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM PROPRIEDADES RURAIS

UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO  
METROPOLITANA DO CARIRI CEARENSE

1ª Edição

 editora  
**itacaiúnas**

ANNY KARINY FEITOSA  
CARLOS WAGNER OLIVEIRA

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM PROPRIEDADES RURAIS:  
UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI CEARENSE**

1ª Edição

**Editora Itacaiúnas**  
Ananindeua - PA  
2020

**Conselho editorial / Colaboradores**

Márcia Aparecida da Silva Pimentel - Universidade Federal do Pará, Brasil

José Antônio Herrera - Universidade Federal do Pará, Brasil

Márcio Júnior Benassuly Barros - Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

Miguel Rodrigues Netto - Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Wildoberto Batista Gurgel - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil

André Luiz de Oliveira Brum - Universidade Federal do Rondônia, Brasil

Mário Silva Uacane - Universidade Licungo, Moçambique

Francisco da Silva Costa - Universidade do Minho, Portugal

Ofelia Pérez Montero - Universidad de Oriente- Santiago de Cuba, Cuba

Editora chefe: Viviane Corrêa Santos - Universidade do Estado do Pará, Brasil

Editor e webdesigner: Walter Luiz Jardim Rodrigues - Editora Itacaiúnas, Brasil

Editor e diagramador: Deividly Edson Corrêa Barbosa - Editora Itacaiúnas, Brasil

© 2020 por Anny Kariny Feitosa e Carlos Wagner Oliveira  
*Todos os direitos reservados.*

1ª edição

**Editoração eletrônica/ diagramação:** Deividy Edson  
**Organização e preparação de originais:** Walter Rodrigues  
**Projeto de capa:** Enviado pelos autores  
**Bibliotecário:** Vagner Rodolfo da Silva - CRB-8/9410

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**

F311s Feitosa, Anny Kariny

Sustentabilidade ambiental em propriedades rurais [recurso eletrônico] :  
um estudo de caso na região metropolitana do Cariri cearense / Anny Kariny  
Feitosa, Carlos Wagner Oliveira. - Ananindeua, PA : Itacaiúnas, 2020.  
54 p. : il. ; PDF ; 6 MB

Inclui índice e bibliografia.  
ISBN: 978-65-88347-63-8 (Ebook)  
DOI:10.36599/itac-ed1.080

1. Sustentabilidade ambiental. 2. Propriedades rurais. 3. Região  
metropolitana do Cariri cearense. I. Oliveira, Carlos Wagner. II. Título.

2020-3046

CDD 333  
CDU 634.41

**Elaborado por Vagner Rodolfo da Silva - CRB-8/9410**

**Índice para catálogo sistemático:**

1. Sustentabilidade ambiental 333
2. Sustentabilidade ambiental 634.41

---

O conteúdo deste livro, bem como seus dados, forma, correção e confiabilidade são de exclusiva responsabilidade da autora. É permitido o download, assim como o compartilhamento. Entretanto, devem ser atribuídos os devidos créditos autorais, mas sem a possibilidade de promover alterações, de nenhuma forma, ou, ainda, a utilização do conteúdo para fins comerciais.

Esta obra foi publicada pela Editora Itacaiúnas em Dezembro de 2020.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 2 – AGRICULTURA SUSTENTÁVEL.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>13</b>
3.1. Pesquisa de campo .....	13
3.1.1. Seleção da amostra .....	13
3.1.2. Método para diagnosticar o perfil dos produtores rurais.....	14
3.1.3Método para análise da estrutura fundiária das propriedades .....	14
3.1.4. Procedimentos para análise da situação ambiental.....	15
3.1.5. Procedimentos para o tratamento estatístico de variáveis .....	18
3.1.6. Análise da paisagem.....	19
<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
4.1. O perfil agrossocioeconômico dos produtores rurais .....	21
4.2. Estrutura fundiária das propriedades rurais na Região Crajubar .....	30
4.3. Análise da Situação Ambiental das Propriedades Rurais .....	32
4.4. Associação das variáveis socioeconômicas ao índice de sustentabilidade ambiental .....	42
4.5. Análise da paisagem e condições de sustentabilidade da região .....	43
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>SOBRE OS AUTORES .....</b>	<b>53</b>

## APRESENTAÇÃO

Este livro originou-se de uma pesquisa desenvolvida em um estágio de pós-doutorado da primeira autora, realizado na Universidade Federal do Cariri – UFCA, sob a supervisão do professor Dr. Carlos Wagner Oliveira, com o objetivo de avaliar a situação ambiental das propriedades rurais na Região Crajubar, no Cariri cearense, por meio de um estudo de caso nos municípios Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Buscou-se, ainda: traçar as características gerais dos produtores rurais, em seus aspectos agrossocioeconômicos; identificar a estrutura fundiária das propriedades rurais; e diagnosticar sua situação ambiental.

As estratégias metodológicas adotadas, para tanto, foram: análise documental, pesquisa de campo, por meio da realização de entrevistas com produtores rurais dos referidos municípios, além do tratamento estatístico de variáveis. Como método de análise dos dados coletados, foi adotado o método de análise de discurso, bem como uma metodologia de avaliação de sustentabilidade ambiental de propriedades rurais, adaptada a partir das propostas de Rempel et al. (2012) e Ahlert (2017), acrescentando-se os quesitos referentes aos hábitos de destinação dos resíduos sólidos na propriedade rural. Os parâmetros de análise utilizados foram: fontes de água da propriedade; existência de Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal; uso de agrotóxicos e fertilizantes; e, o manejo dos resíduos sólidos.

Adicionalmente, realizou-se uma análise de paisagem da região, com ênfase no uso e ocupação do solo, declividade e incidência de queimadas. A avaliação da paisagem, no contexto do planejamento ambiental, favorece à proposição de ações de gerenciamento ambiental e das condições de produção, visando a sustentabilidade das propriedades rurais existentes na área.

Os resultados encontrados no estudo podem ser conferidos no capítulo Resultados e Discussão, em que se apresenta o perfil agrossocioeconômico dos entrevistados e as condições de sustentabilidade ambiental na região. Destacam-se: o uso de agrotóxicos, o manejo inadequado dos resíduos sólidos e a elevada incidência de queimadas, apresentando fragilidade das condições ambientais.

Ressalta-se a necessidade de sensibilização da comunidade, no sentido de preservar e conservar os recursos naturais, promovendo sistemas agrícolas mais sustentáveis. Com a realização deste trabalho, espera-se poder colaborar com a discussão da sustentabilidade na região, considerando a importância social, cultural e econômica do Cariri cearense.

Boa leitura.

**Os autores.**

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O presente livro é fruto de uma pesquisa desenvolvida na Região Metropolitana do Cariri - RMC, uma região relevante para o Estado do Ceará por seu crescimento econômico, especialmente refletido nos investimentos públicos e privados realizados nos últimos anos. Dentre seus municípios, destacam-se: Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, o triângulo Crajubar, possuidores do maior potencial econômico regional, melhores indicadores socioeconômicos, bem como maior parcela populacional (NASCIMENTO; CHACON, 2016).

Considerando-se a importância da RMC, a realização da pesquisa surgiu do seguinte questionamento: qual o panorama atual da dimensão ambiental da sustentabilidade na zona rural da Região Metropolitana do Cariri, nomeadamente no triângulo CRAJUBAR?

Ressalta-se que é de primordial relevância identificar a realidade da zona rural de um município ou região, servindo os resultados como subsídios para os agricultores promoverem melhorias, quando necessárias, em seus sistemas operacionais; além de subsidiar a promoção de ações e políticas públicas. Por esta razão, o estudo justifica-se como forma de contribuir com a discussão científica acerca da sustentabilidade em ambientes agrários.

Para Rempel et al. (2012, p. 53), as práticas ambientais inadequadas no manejo de propriedades rurais resultam em impactos ao meio ambiente. No entanto, ao avaliar ambientalmente uma propriedade rural, apresentam-se pontos positivos e negativos, que serão úteis para o produtor "gerenciar sua atividade, bem como suas práticas agrícolas consorciadas de forma sustentável".

Diante do exposto, a pesquisa teve do objetivo de avaliar a sustentabilidade ambiental de propriedades rurais na Região Metropolitana do Cariri cearense, por meio de um estudo de caso nos municípios do CRAJUBAR: Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha.

Com base nos resultados coletados, buscou-se, ainda: traçar as características gerais dos produtores rurais, em seus aspectos agrossocioeconômicos; identificar a estrutura fundiária das propriedades rurais dos referidos municípios; diagnosticar a situação ambiental das propriedades, observando as fontes de água, a existência de Área de Preservação Permanente (APP), a existência de Reserva Legal, o uso de agrotóxicos

e fertilizantes e o manejo de resíduos sólidos; analisar se há associação do resultado do índice de sustentabilidade de cada propriedade consultada, com variáveis socioeconômicas dos produtores, quais sejam: idade, estado civil, gênero, escolaridade e renda; além de analisar a paisagem da região, com ênfase nos parâmetros: declividade, uso e ocupação do solo e incidência de queimadas.

O livro está estruturado, além desta introdução, nos seguintes capítulos: breve referencial teórico; procedimentos metodológicos, com a descrição das distintas etapas e métodos utilizados no estudo; resultados e discussão, com a apresentação dos dados coletados e discutidos, a partir da pesquisa aplicada; conclusão e referências.

## CAPÍTULO 2 – AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A agricultura sustentável remonta ao século XIX, por meio de tentativas iniciais dos produtores cultivarem seu próprio alimento, livre das aplicações de fertilizantes e demais compostos químicos. A partir do século XX, o movimento em defesa do meio ambiente cresceu, principalmente, no Reino Unido e Estados Unidos. A agricultura sustentável passou a ser representada por modelos de agricultura que aliam viabilidade econômica com o respeito às condições do meio ambiente. Dentre os processos de práticas agrícolas sustentáveis, destacam-se (SMITH et al., 2016):

- A agricultura orgânica, que representa um sistema de gerenciamento de produção ecológico, promove e aprimora a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo;
- A agricultura vertical, que é um sistema de produção sustentável em que as culturas são cultivadas ao ar livre e / ou dentro de casa. Os recipientes para cultivo são localizados em fios amarrados entre postes ou empilhados em *racks* em edifícios subutilizados de vários andares, alimentados por energia renovável, como painéis solares, turbinas eólicas, sistema de captação de água.
- A agricultura de conservação apresenta uma abordagem para gerenciar agroecossistemas para produtividade melhorada e sustentada, aumentando a segurança alimentar, preservando e aprimorando a base de recursos e o meio ambiente.
- A permacultura trata de um design criativo, imitando padrões da natureza; focado em aspectos éticos e princípios de planejamento, que observam a ecologia e a forma sustentável de cuidado com a terra, com as pessoas e com o futuro, incentivando limites ao crescimento e ao consumo, defendendo a partilha justa.
- A agroecologia, que é baseada na teoria ecológica, vinculada a um conjunto de princípios e práticas que promovem a resiliência, a sustentabilidade ecológica, cultural, social e econômica dos sistemas agrícolas.

É importante observar que os referidos processos agrícolas sustentáveis não são simplesmente caracterizados pela ausência do uso de fertilizantes e compostos químicos. A agricultura sustentável firma-se, também, pela resiliência social, sustentabilidade, crescimento econômico e conservação ambiental (SMITH et al., 2016).

Nas palavras de Kumar e Sharma (2018), a agricultura sustentável garante a segurança dos parâmetros primários de uma comunidade ou sociedade para nutrir e prosperar as esferas social, econômica e ambiental de uma nação.

Nos Estados Unidos, no Reino Unido e Comunidade europeia, estes modelos evoluíram ao longo das décadas, recomendando, dentro outras práticas: melhoraria a qualidade do solo, reduzindo a erosão, salinização e outras formas de degradação; gestão para melhorar a harmonia ecológica, minimizando o uso de pesticidas e herbicidas, aplicando práticas que incluem o manejo integrado de pragas, rotação e diversificação de culturas; e, a manutenção do habitat para apoiar a vida selvagem, sua conservação e biodiversidade (SMITH et al., 2016).

No Brasil, o desenvolvimento agrícola, ao longo dos anos, foi baseado na devastação de áreas naturais para o cultivo e pecuária, ocasionando a degradação ambiental de vários ecossistemas. Mesmo com a modernização das práticas na agricultura, são muitos os fatores que contribuem para os problemas ambientais decorrentes das atividades rurais, dos quais destacam-se: contaminação de recursos hídricos, em função do uso de agrotóxicos; contaminação dos solos e lençóis freáticos, pela utilização de adubos químicos, pesticidas, inseticidas e herbicidas; as queimadas, que poluem o ar e destorem os nutrientes do solo; dentre outros (OLIVEIRA, 2012).

Contudo, com o agravamento da crise ambiental, a partir dos anos 1970, reconheceu-se a possibilidade de esgotamento dos recursos naturais. Passou-se, então, a delinear estratégias visando o enfrentamento dos problemas ambientais.

De acordo com Niemmanee et al. (2015), os problemas da agricultura intensiva resultam em piores condições do solo, poluição, dívidas dos agricultores e danos à saúde, causados pelo uso intensivo de pesticidas. Neste sentido, um padrão adequado de agricultura sustentável apresenta um sistema de cultivo misto, com reduzido uso de fertilizantes químicos e pesticidas, substituindo por matéria orgânica, como estrume e outros resíduos agrícolas como fertilizantes orgânicos.

Não obstante, para um eficiente reconhecimento das condições ambientais dos espaços rurais, os índices ou indicadores de sustentabilidade, ou de verificação de

impacto ambiental das práticas agrícolas, tem sido utilizados, com diversos níveis de integração ou finalidades.

Consoante Rodrigues (2009, p. 80), para o ambiente rural, os índices de impacto são apresentados em três níveis de integração:

- a) indicadores específicos, que oferecem um diagnóstico ambiental e um instrumental de manejo aos produtores, apontando atributos das atividades rurais, que possam estar em desconformidade com objetivos definidos de desempenho;
- b) dimensões de sustentabilidade, que indicam a tomadores de decisão as principais contribuições das atividades/ estabelecimentos rurais para o desenvolvimento local, facilitando a definição de ações de controle ou medidas de fomento;
- c) o índice integrado de sustentabilidade, que pode ser tomado como uma medida objetiva para fins de ecocertificação.

Deste modo, observa-se recorrente a busca por melhorias nos sistemas produtivos agrícolas, por meio da adoção de boas práticas de manejo e gestão dos produtores rurais. Assim como, reconhece-se a importância em conservar a biodiversidade, fazendo uso dos recursos naturais, de modo a compreender que existem limites para o seu fornecimento. Deve-se, ainda, adotar o uso racional e ecologicamente equilibrado, para não comprometer, em qualidade e quantidade, a oferta destes recursos a gerações futuras.

## CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada nos municípios Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, pertencentes à Região Metropolitana do Cariri, que, além dos municípios acima referidos, conta com mais seis em sua composição: Jardim, Missão Velha, Caririaçu, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri. A RMC possui uma área total de 5.456,01 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2011) e população estimada para 2018 de 605.518 habitantes (FNEM, 2019). O Cariri se constituiu em região metropolitana, em 29 de junho de 2009, em razão da Lei Estadual nº 78, por se tratar da segunda região urbana mais expressiva do Estado do Ceará, especialmente em função da conurbação formada pelos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, o CRAJUBAR (CEARÁ, 2019).

Os municípios Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha possuem, respectivamente, área de 1.176,5 km<sup>2</sup>, 248,8 km<sup>2</sup> e 569,5 km<sup>2</sup>; população de 121.428 hab., 249.939 hab. e 55.323 habitantes, dos quais 16,89%, 3,93% e 31,27% eram residentes na zona rural dos referidos municípios; e densidade demográfica de 104,87 hab/km<sup>2</sup>, 1.006,91 hab/km<sup>2</sup> e 92,31 hab/km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios em questão, em 2010, correspondiam a: Crato, 0,713; Juazeiro do Norte, 0,694; e, Barbalha, 0,683; enquanto o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), de 2016, foi de 35,93; 35,20; e 47,32. Os Produtos Internos Brutos (PIBs *Per capita*), em 2015, eram de R\$ 11.032,00; R\$ 14.742,00; e R\$ 12.005,00 (IPECE, 2017).

### 3.1. Pesquisa de campo

A pesquisa aplicada foi dividida em etapas correspondentes à: seleção da amostra de participantes, aplicação de entrevistas e tratamento estatístico de variáveis.

#### 3.1.1. Seleção da amostra

Os participantes desta pesquisa foram selecionados a partir do contato com o Sindicato de Trabalhadores Rurais de Crato e a Feira de Produtores da Agricultura Familiar – Fepap, realizada no mesmo município; a Cooperativa dos Agricultores e Empreendedores Familiares Rurais do Cariri – COOPAEFAR e Associação de Produtores

do Sítio Sabiá, ambos situados em Juazeiro do Norte; assim como com o Grupo da Economia Solidária e Turismo Rural da Agricultura Familiar de Barbalha e a Associação de Produtores do Sítio, localizados no município de Barbalha.

Foram realizados agendamentos prévios com as referidas instituições para visita a suas sedes e contato com os produtores rurais que estavam disponíveis e dispostos a participar da pesquisa. Posteriormente, procedeu-se com a seleção de 60 (sessenta) agricultores atuantes nos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, sendo 20 (vinte) de cada município, bem como visita às propriedades rurais localizadas nos sítios destacados.

### 3.1.2. Método para diagnosticar o perfil dos produtores rurais

A estratégia metodológica adotada para diagnosticar o perfil agrossocioeconômico consistiu na elaboração de um instrumento de coleta de dados e, posterior, realização de entrevistas com os 60 (sessenta) produtores rurais.

O formulário foi elaborado contendo perguntas a respeito: da composição familiar; gênero, idade, estado civil, nível de escolaridade dos agricultores; renda familiar; assistência técnica; tipo de cultivo; área total da propriedade e área cultivada; implementos agrícolas usados na propriedade; o destino da produção; dentre outros aspectos. Como método de análise dos dados coletados, utilizou-se a análise de discurso (BARDIN, 2011).

### 3.1.3. Método para análise da estrutura fundiária das propriedades

Para análise da estrutura fundiária das propriedades rurais da Região Crajubar, procedeu-se com o acesso a dados secundários, provenientes do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, versão 1.0, cuja última atualização foi realizada a cargo do Serviço Florestal Brasileiro.

A Figura 1 apresenta a área dos municípios em análise e os imóveis cadastrados. Os dados coletados foram tratados utilizando-se os *softwares Statistics Data Analysis* (STATA), versão 11.

Figura 1 – Imóveis cadastrados no SICAR: Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha



Fonte: Adaptado do SICAR (BRASIL, 2019).

A partir de uma consulta prévia ao SICAR, constatou-se que os municípios Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha possuem, respectivamente, 4.198; 330; e, 2.332 propriedades rurais cadastradas. A área cadastrada corresponde a 51.286,24 ha em Crato, 5.529,53 em Juazeiro do Norte e 56.308,07 ha em Barbalha. A estrutura fundiária dos imóveis foi classificada nos termos da Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. O método utilizado para análise dos dados coletados foi análise documental.

### 3.1.4. Procedimentos para análise da situação ambiental

Para a análise da situação ambiental, utilizou-se um roteiro de entrevista para a coleta de dados dos 60 (sessenta) produtores selecionados, porém 2 (dois) produtores de Crato iniciaram a entrevista e desistiram da participação, antes da conclusão, não sendo possível sua substituição. Por esta razão, os dados foram excluídos da amostra, resultando na participação de 58 (cinquenta e oito) produtores.

Como método de análise dos dados coletados, adaptou-se a metodologia de avaliação de sustentabilidade ambiental de propriedades rurais (TABELAS 1 e 2), adaptada a partir da proposta de Rempel et al. (2012) e Ahlert (2017), considerando as variáveis que interessavam para o presente estudo, quais sejam: Água; Área de Preservação Permanente (APP); Reserva Legal; Agrotóxicos e Fertilizantes. Além das referidas variáveis, optou-se pela inclusão da variável Resíduos sólidos. Conforme afirma Roversi (2013, p. 19) "a poluição é causada por diferentes produtos ou substâncias, dentre os quais destacam-se os resíduos sólidos, que, deitados no ar, na água ou no solo, alteram o meio ambiente, degradando sua qualidade".

Tabela 1 – Parâmetros, pontuação e nível da sustentabilidade ambiental

Parâmetro	pontuação	nível
1. Percentual de utilização da APP	Pontuação	Nível
0%	10	Excelente
1 a 30%	7,5	Bom
31 a 55%	5	Regular
56 a 80%	2,5	Ruim
100%	0	Péssimo
2. Qual o uso predominante na APP	Pontuação	Conceito
Mata Nativa	10	Excelente
Culturas permanentes e mata exótica	7,5	Bom
Áreas de pastagem	5	Regular
Regular Agricultura	2,5	Ruim
Benfeitorias	0	Péssimo
3. Utiliza fertilizantes químicos e agrotóxicos	Pontuação	Conceito
Sem utilização	10	Excelente
Aplicação controlada	7,5	Bom
Aplicação em toda a propriedade exceto em proximidades de poços, córregos e benfeitorias	5	Regular
Aplicação sem controle em toda a propriedade	2,5	Ruim
Aplicação sem controle e próximo aos cursos de água	0	Péssimo
4. Destino das embalagens de agrotóxicos	Pontuação	Conceito
Devolve nas unidades de recebimentos	10	Excelente
Armazena na propriedade rural	7,5	Bom
Descarta em qualquer local da propriedade	5	Regular
Queima/enterra as embalagens	0	Péssimo
5. Percentual de vegetação nativa para averbação em reserva legal	Pontuação	Conceito
Área de reserva legal superior a 20%	20	Excelente
15 a 20% de área de reserva legal	15	Bom
10 a 15% de área de reserva legal	10	Regular
5 a 10% de área de reserva legal	5	Ruim

0 a 5% de área de reserva legal	1	Péssimo
6. Fonte de água da propriedade	Pontuação	Conceito
Água de fonte externa com tratamento	20	Excelente
Água de poço (isolado de contaminação)	15	Bom
Água de poço (sem isolamento de contaminação)*	10	Regular
Água de barreiro/açude/córrego/cisterna	5	Ruim
7. Destinação de resíduos sólidos secos	Pontuação	Conceito
Coleta municipal convencional/seletiva/reciclagem	10	Adequado
Queima/enterra/ dispõe em terreno a céu aberto	0	Não adequado
8. Destinação de resíduos sólidos orgânicos domésticos	Pontuação	Conceito
Compostagem/ biodigestão/Adubação orgânica	10	Adequado
Alimentação animal do resíduo "in natura"/ Enterra/ dispõe em terreno a céu aberto	0	Não adequado

Fonte: Adaptado de Rempel et al. (2012); \*Para efeito de fonte de água da propriedade, considerou-se no item "água de poço (sem isolamento de contaminação)" as opções relativas à fonte ou nascente, por se tratar de água subterrânea.

Com base na Tabela 1, a pontuação máxima com sustentabilidade ambiental em cada propriedade equivale a 100 pontos. Quando obtiver 100 pontos, significa que a propriedade atende, satisfatoriamente, a todos os aspectos analisados. Já uma pontuação inferior a 20 pontos, por exemplo, corresponde a uma condição inadequada de sustentabilidade ambiental.

A Tabela 2 apresenta as possibilidades de obtenção do índice de sustentabilidade ambiental, considerando a pontuação total a ser auferida pelas propriedades rurais e os respectivos níveis de sustentabilidade: Inadequado (0 F 0,20), Ruim (0,20 F 0,50), Regular (0,50 F 0,70), Bom (0,70 F 0,90) e Excelente (0,90 F 1,00).

Tabela 2 - Condição de sustentabilidade ambiental

Pontuação total dos parâmetros analisados	Níveis de sustentabilidade	Índice de sustentabilidade
Igual a ou maior que 90	Excelente	1
Igual a ou maior que 70	Bom	0,8
Igual a ou maior que 50	Regular	0,6
Igual a ou maior que 20	Ruim	0,4
Pontuação menor que 20	Inadequada	0,2

Fonte: Adaptado de Rempel et. al. (2012) e Ahlert (2017).

Ao final da análise dos dados, os produtores rurais participantes da pesquisa receberam a avaliação de sua propriedade rural, quanto à sustentabilidade ambiental, destacando-se as práticas que colocam em risco a qualidade ambiental, sendo necessário promover melhorias.

### 3.1.5. Procedimentos para o tratamento estatístico de variáveis

A partir das entrevistas realizadas com o intuito de traçar o perfil dos produtores participantes da pesquisa, foi possível identificar as variáveis socioeconômicas: idade, estado civil, gênero, escolaridade e renda, categorizadas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis independentes

Variáveis		Rank
Gênero	Masculino	1
	Feminino	2
Idade	0 a 25	1
	26 a 45	2
	46 a 65	3
	Superior a 65	4
Escolaridade	Não escolarizado	1
	Ensino fundamental	2
	Ensino médio	3
	Ensino técnico	4
	Graduação	5
	Pós-graduação	6
Estado Civil	Solteiro(a)	1
	Casado(a)/União estável	2
	Viúvo	3
Renda familiar	Até 1 salário-mínimo	1
	Entre 1 e 4 salários	2
	Acima de 5 salários	3

Fonte: Elaboração própria.

A partir das entrevistas realizadas com os produtores rurais, foi possível identificar o índice de sustentabilidade ambiental de cada propriedade pesquisada. Para analisar a associação das variáveis socioeconômicas com o índice de sustentabilidade ambiental das propriedades, utilizou-se o programa *Data Analysis and Statical Software - Stata*, versão 11, estimando-se o coeficiente de Spearman (*Spearman rank-order coefficient*).

O coeficiente de Spearman ( $\rho$ ) adequa-se para estudos em que os dados das observações da amostra são passíveis de ordenação em categorias ou *ranks*. O resultado do coeficiente pode variar entre -1 e 1. O maior grau de associação entre as variáveis evidencia-se com resultados do coeficiente mais próximos dos extremos e o sinal representa o sentido da variação da relação (AYRES et al., 2007; SIEGEL, S.; CASTELLAN, 1988).

### 3.1.6. Análise da paisagem

Esta etapa do estudo teve por objetivo analisar a paisagem da Região CRAJUBAR (Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha), suas condições de sustentabilidade. Foram utilizadas imagens, obtidas por meio dos recursos de análise espacial do software QGIS. Os dados de focos de incêndio foram consultados no site do INPE, referente ao ano de 2018, e interpolado pelo método de Kernel. Os critérios utilizados para a análise das condições de sustentabilidade ambiental da região estudada foram declividade; uso e ocupação; e a incidência de queimadas, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros, critérios e reclassificação

Parâmetro	Critérios	Pontuação
Declividade do terreno	0-3%	30
	3-8%	25
	8-12%	20
	12-30%	15
	30-45%	10
	>45%	5
Uso e ocupação	Urbanização	5
	Solo Exposto	10
	Caatinga e Solo exposto	15
	Vegetação Baixa	20
	Vegetação Média e água	25
Queimadas	Vegetação Alta	30
	$\leq 1169.28697460937$	5
	1169.28697460937 - 1853.5210390625	10
	1853.5210390625 - 3107.95015722656	15
	3107.95015722656 - 3706.65496362305	20
3706.65496362305 - 4675.98655493164	25	

&gt; 4675.98655493164

30

Fonte: elaboração própria, 2020.

As condições de sustentabilidade ambiental da região analisada podem ser evidenciadas a partir da sobreposição dos critérios acima, considerando o resultado da pontuação auferida em cada critério (TABELA 4).

Tabela 4 - Condição de sustentabilidade ambiental

<b>Pontuação total dos parâmetros analisados</b>	<b>Conceito</b>
Igual a ou maior que 80	Excelente
De 70 a 79 pontos	Ótimo
De 60 a 69 pontos	Bom
De 55 a 59 pontos	Regular
Menos que 55	Ruim

Fonte: elaboração própria, 2020.

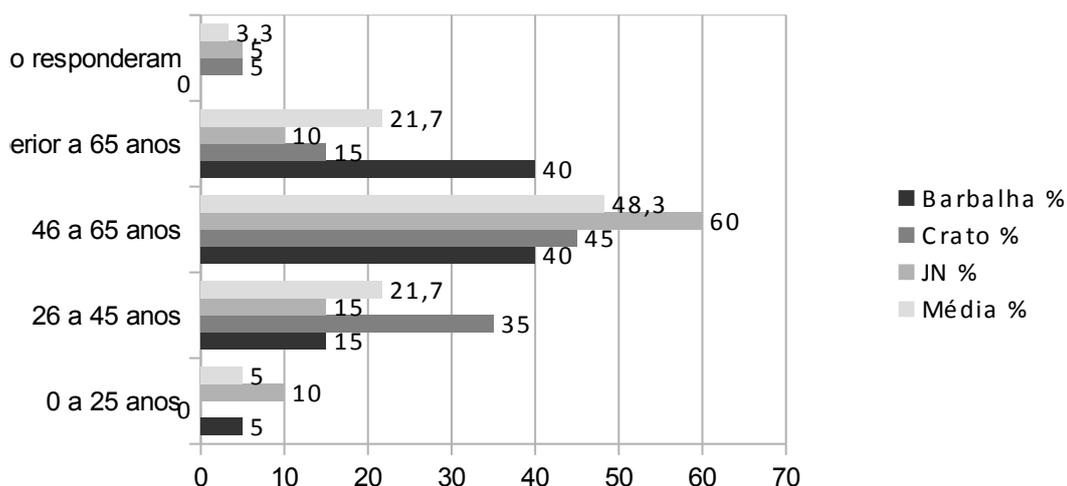
## CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo do livro estão dispostos os resultados provenientes da pesquisa aplicada, divididos nos tópicos: 4.1. O perfil agrossocioeconômico dos produtores rurais; 4.2. Estrutura fundiária das propriedades rurais na Região Crajubar; 4.3. Análise da Situação Ambiental das Propriedades Rurais; 4.4. Associação das variáveis socioeconômicas ao índice de sustentabilidade ambiental; e, 4.5. Análise da paisagem e condições de sustentabilidade da região.

### 4.1. O perfil agrossocioeconômico dos produtores rurais

Com base nas entrevistas realizadas, pode-se afirmar que, dentre o total de produtores, 38,3% são do gênero feminino e 61,70% do gênero masculino (FIGURA 2). Especificamente do município de Juazeiro do Norte, observa-se que o gênero predominante é o masculino, com 70% dos entrevistados, enquanto o feminino compreende 30%. Dentre os produtores de Crato, tem-se 75% do gênero masculino e 25% feminino. Em Barbalha, a situação se inverte, apresentando a maioria de gênero feminino, com 60% dos casos, e 40% do gênero masculino.

Figura 2 – Gênero dos entrevistados



res (2019).

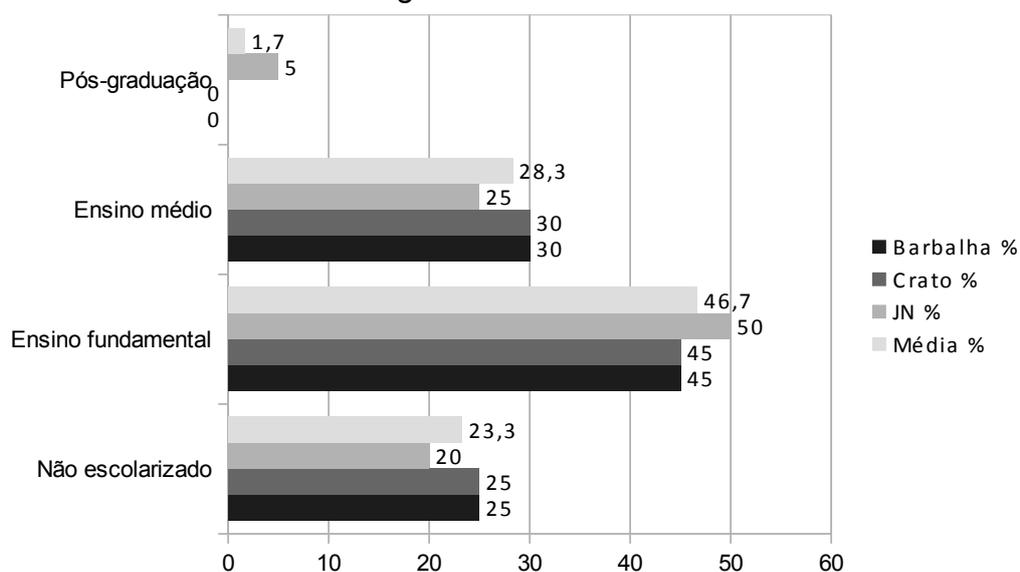
Estes resultados encontram alinhamento com os achados da 7ª Pesquisa de Hábitos do Produtor Rural da Associação Brasileira de Marketing Rural & Agronegócio - ABMRA, desenvolvida em parceria com a Informa Economics IEG | FNP (ABMRA, 2017).

O estudo envolveu a participação de 2.835 produtores rurais, de todas as regiões e as principais atividades produtivas brasileiras. Os dados apontam que as mulheres representaram 31% dos produtores. Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), realizada pelo IBGE, mostram, ainda, uma tímida participação da mulher nas atividades rurais. No primeiro trimestre de 2018, as mulheres representavam 15,38% dos produtores rurais brasileiros (DATASEBRAE, 2018).

Araújo e Feitosa (2016) observaram, em estudo realizado no município de Iguatu, CE, que dentre os entrevistados, apenas 7,7% eram do gênero feminino. Bracht e Werlang (2015), em pesquisa realizada em Santa Catarina, com o objetivo identificar as competências empreendedoras entre os produtores rurais, também identificaram a maioria dos produtores como sendo gênero masculino (68%), enquanto 32% eram do gênero feminino. A baixa atuação da mulher na agricultura pode ser reflexo das desigualdades de gênero, em que as mulheres, em geral, historicamente ocupam atividades secundárias na produção agrícola, com subordinação em relação ao homem, o que acarreta ausência de expectativas profissionais, desmotivando para a permanência no campo (BRUMER, 2004).

A respeito da idade dos entrevistados, na Figura 3, destaca-se que a maioria dos produtores dos três municípios analisados estão compreendidos na faixa etária de 46 a 65 anos, correspondendo a 48,3% da média das idades dos inqueridos, 60% dos casos no município de Juazeiro do Norte, 45% em Crato e 40% em Barbalha. Os produtores mais jovens, com idade de até 25 anos são minoria dentre os entrevistados.

Figura 3 – Idade dos entrevistados



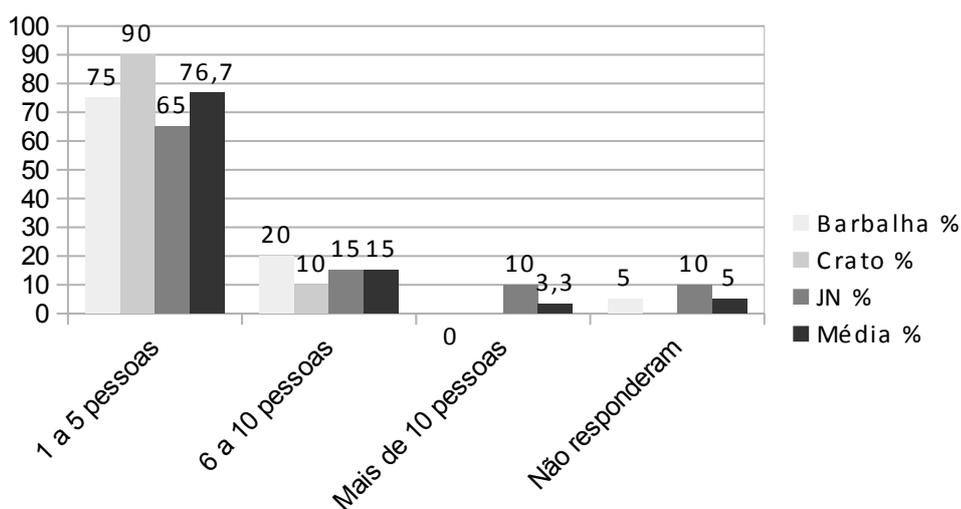
Fonte: os autores (2019).

Neste quesito, os dados da PNAD Contínua, que se referem ao primeiro trimestre de 2018, corroboram com as informações apresentadas nesta pesquisa, sinalizando que a maioria dos produtores rurais brasileiros possui entre 45 e 65 anos de idade, sendo 26,3% com idade entre 45 e 55; e 20,5% com idade entre 55 e 65 anos. Com relação aos produtores com idade de até 25 anos, a PNAD demonstra serem minoria, correspondendo a 6,7% do total (DATASEBRAE, 2018).

Bracht e Werlang (2015) identificaram a faixa etária predominante de produtores com idade entre 31 e 50 anos, correspondendo a 57% da amostra. Araújo e Feitosa (2016), por sua vez, observaram maior incidência de entrevistados com idade 41 e 60 anos (46,15%).

Com relação à escolaridade dos entrevistados (FIGURA 4), identificou-se que 46,7% dos produtores rurais na região Crajubar, para a amostra em análise, em média possuem apenas o ensino fundamental. Os não escolarizados e detentores do ensino fundamental correspondem a cerca de 70% dos casos, enquanto 28,3% apresentam ensino médio. Nenhum dos declarantes afirmou possuir curso de nível técnico ou superior. Apenas 1,7% afirmaram possuir pós-graduação, nível lato sensu.

Dentre os municípios analisados, destaca-se que o nível de escolaridade predominante é o ensino fundamental, apresentando percentuais de 45%, 45% e 50% para os municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte, respectivamente. Em todos os municípios, para a amostra de estudo, os produtores não escolarizados e com nível fundamental somam 70% dos entrevistados.



Nível de escolaridade

Fonte: os autores (2019).

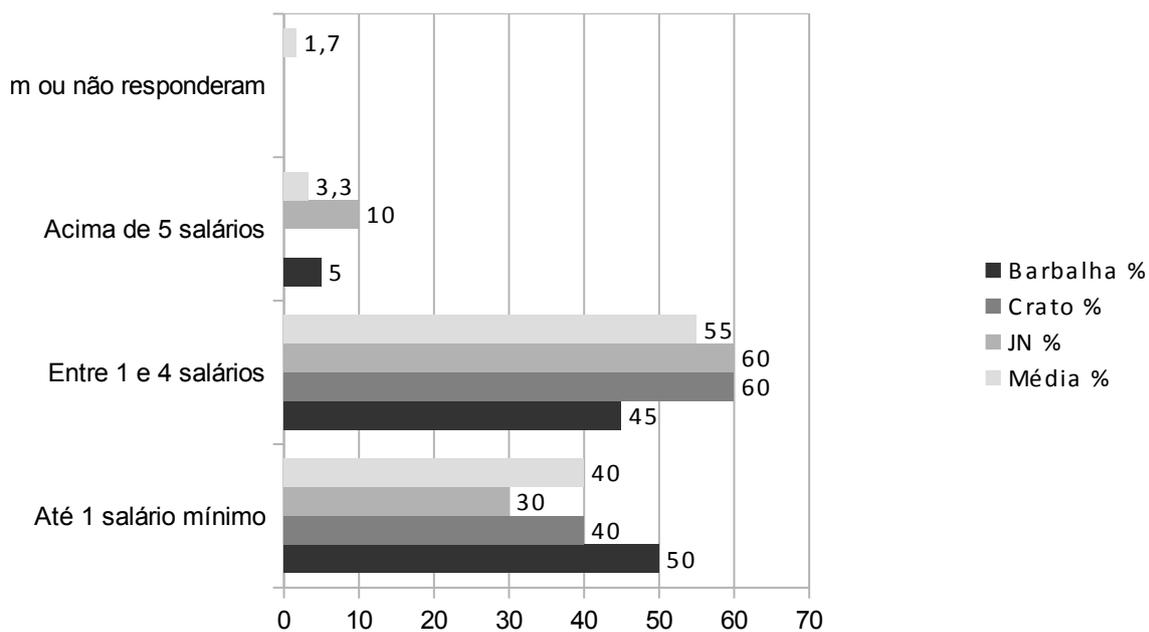
O baixo nível de escolaridade é uma realidade do produtor brasileiro, segundo apontam os dados da PNAD Contínua, em que se constata a predominância de aproximadamente 70% dos produtores com o ensino fundamental incompleto, 13% com ensino fundamental completo, 15% com ensino médio e 2% com ensino superior (DATASEBRAE, 2018).

Sobre o estado civil dos entrevistados, constatou-se uma média para a região de 76,7% entrevistados casados ou em união estável, enquanto 21,7% são solteiros e 1,6% viúvos. No município de Crato, 85% dos entrevistados afirmaram ser casados ou viver em união estável, enquanto Barbalha e Juazeiro do Norte apresentaram 75% e 70%, respectivamente.

Estes resultados guardam similaridade com os obtidos por Batista et al. (2015), em Ubá, MG, em que constatando que 87,9% dos entrevistados eram casados e 6,9% solteiros. Na pesquisa de Araújo e Feitosa (2016), observando-se o estado civil dos entrevistados, identificaram que 61,54% eram casados, 30,77% e solteiros e apenas 7,69% viúvos.

Quanto à composição familiar dos entrevistados, que corresponde à informação de quantas pessoas moram na residência (FIGURA 5), incluindo o respondente, registrou-se que 75% dos produtores de Barbalha, 90% de Crato e 65% de Juazeiro do Norte têm de 1 a 5 pessoas na residência.

Figura 5 – Composição familiar



Fonte: os autores (2019).

Identificou-se que as famílias na região, com uma média de 76,7%, possuem um núcleo familiar reduzido, que pode ser justificado pelo fato da permanência dos produtores detentores de mais idade, enquanto os mais jovens saem do campo em busca de estudos e profissionalização.

Sobre a situação da propriedade rural, destaca-se, inicialmente, que alguns respondentes informaram possuir, concomitantemente, terras arrendadas para desenvolvimento das atividades produtivas, ainda que sejam possuidores de propriedade com escritura ou vivam em área familiar. Este fato decorre da área das propriedades serem insuficientes, em sua maioria tratam-se de minifúndios. Deste modo, constatou-se que uma média de 45% dos entrevistados da região Crajubar possuem escritura da terra, enquanto 25% admitem não possuir, 26,27% vivem em terras familiares ou cedidas, 6,7% em terras arrendadas e 1,7% não informaram a condição da propriedade.

Em Barbalha, 40% possuem escritura, 20% detêm apenas o termo de posse, em 30% dos casos a terra é familiar ou cedida e 10% detêm terras arrendadas. Em Juazeiro do Norte, 50% têm escritura da terra, 15% não possuem, em 40% dos casos a terra é familiar ou cedida e 5% detêm terras arrendadas. No caso de Crato, 45% dos produtores têm escritura, 40% não possuem, 10% vivem em propriedade familiar ou cedida e 15% têm áreas arrendadas.

Destaca-se a importância do Programa de Regularização Fundiária, no Estado do Ceará, que beneficia diretamente a agricultura familiar do Estado ao oportunizar o acesso ao título de posse rural ao produtor. De acordo com dados do Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (Idace), O programa já contemplou 136 municípios cearenses e entregou mais de 93 mil títulos de terra. O Programa Cadastro de Terras e Regularização Fundiária é fruto de uma parceria entre o Governo Federal e o Governo do Ceará. O Estado atua por meio da Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA) e do Idace; e o Governo Federal, com a participação do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e da Secretaria Nacional de Assuntos Fundiários do Ministério da Agricultura (CEARÁ, 2019).

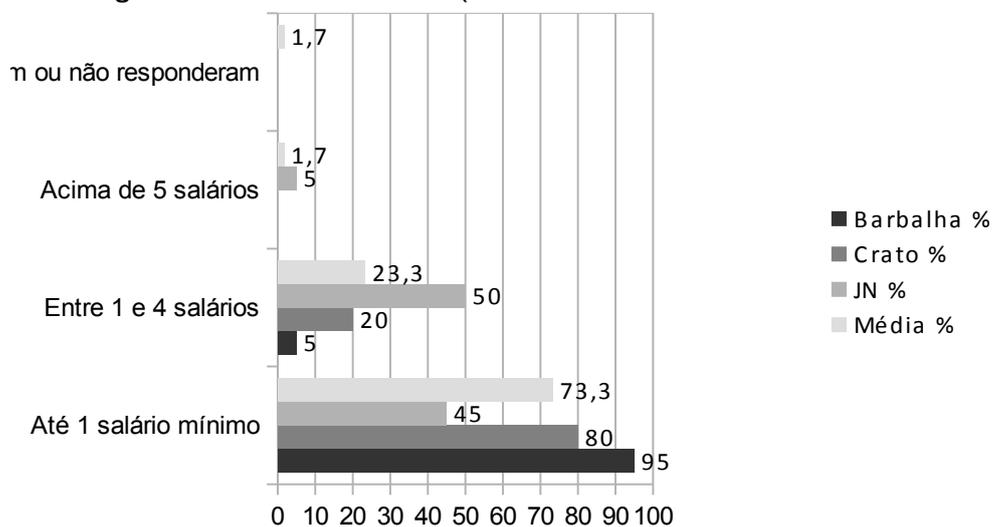
Cumprе ressaltar que, de acordo com Coutinho e Rodrigues (2015), a reconfiguração da estrutura fundiária permite ao homem do campo o acesso e uso da terra de maneira mais democrática e igualitária, passando a ser um direito que oportuniza condições de vida e trabalho mais dignas.

Referente ao Cadastro Ambiental Rural - CAR, 70% dos produtores entrevistados na região afirmaram possuir o CAR, enquanto 25% não possuem e 5% não souberam responder. Em Barbalha, chega a 80% o total de entrevistados cadastrados no CAR, seguida por Crato e Juazeiro do Norte, que apresentaram 70% e 60% de produtores cadastrados, respectivamente. Como é possível observar, a menor adesão observada foi em Juazeiro do Norte. Dentre os produtores que responderam negativamente ao questionamento sobre o registro, identificou-se resistência relacionada à falta de conhecimento e desconfiança a respeito da finalidade, objetivos e vantagens em realizar o cadastro.

Quando questionados acerca dos serviços disponíveis nas propriedades, os entrevistados informaram que dispõem de banheiro em casa, em média 93,3% dos produtores entrevistados na região, com fossa séptica (80%); 8,3% dos entrevistados afirmaram possuir banheiro no quintal. Além disso, as propriedades possuem energia elétrica (98,3%) e água encanada (83,3%). Porém, o esgoto domiciliar é despejado a céu aberto, segundo 78,3% dos entrevistados; e, em apenas 8,3% dos casos, admitiu-se possuir rede de esgoto na propriedade.

Com relação à renda familiar, incluindo além da atividade rural, os benefícios previdenciários, rendimentos de outras atividades de trabalho informal e bolsa família (FIGURA 6), constatou-se a predominância de produtores com renda entre 1 e 4 salários-mínimos, com percentuais de 55% na média da região, destacando-se Crato e Juazeiro do Norte, em que 60% dos entrevistados, em ambos municípios, declararam a referida faixa de rendimentos. No município de Barbalha, contudo, 50% dos entrevistados apresentaram renda de até 1 salário-mínimo.

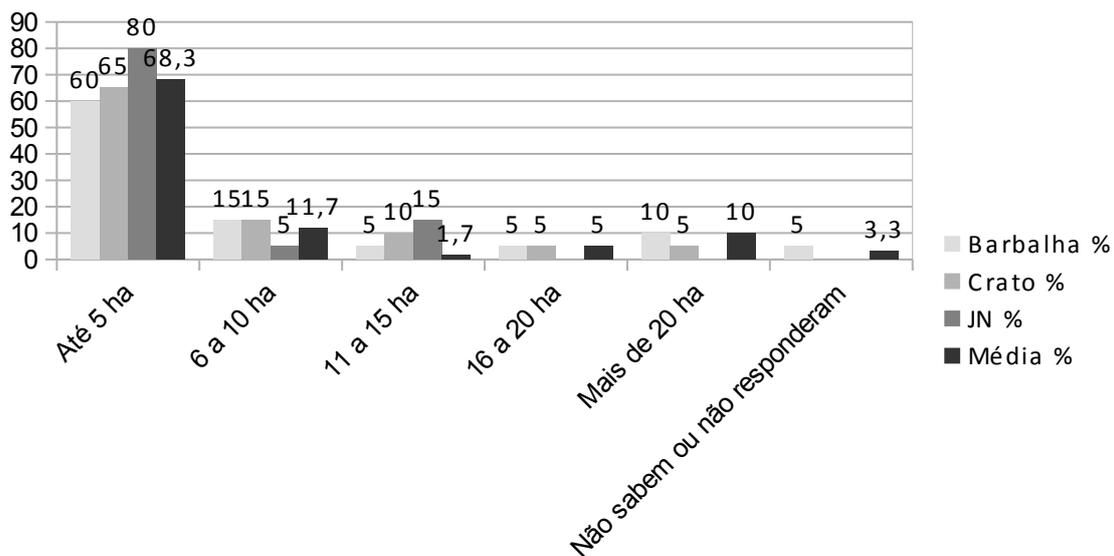
Figura 6 – Renda familiar (incluindo outras fontes de rendimentos)



Fonte: os autores (2019).

Observa-se um baixo nível de renda auferido pelos produtores rurais, no desempenho exclusivo da atividade agrícola (FIGURA 7), com destaque para o município de Barbalha, em que 95% dos respondentes declararam possuir renda de até 1 (um) salário-mínimo. A média para a região, de acordo com a amostra analisada, é de 73,3% dos entrevistados com renda de até 1 salário- mínimo.

Figura 7 – Renda exclusiva com a atividade rural



Fonte: os autores (2019).

Os resultados do presente estudo, que apontam para baixos níveis de rendimentos auferidos na atividade rural, acompanham a tendência nacional. De acordo com dados da PNAD Contínua, no primeiro trimestre de 2018, 82,6% dos produtores rurais brasileiros recebiam até 2 (dois) salários- mínimos mensais, 12% auferiam renda entre 2 e 5 salários e 5% recebiam mais de 5 salários- mínimos (DATASEBRAE, 2018).

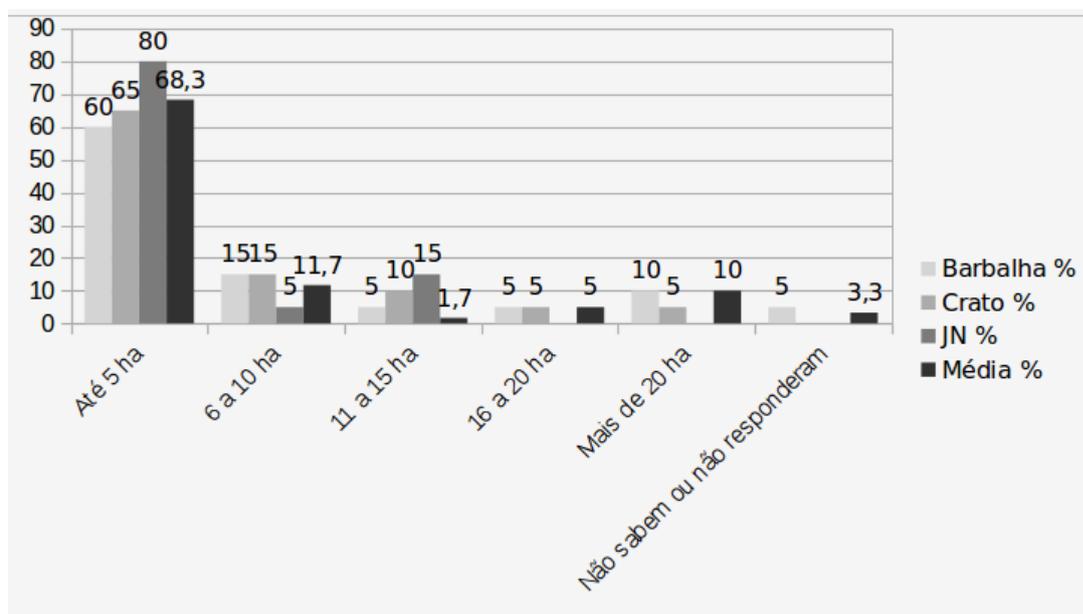
Do mesmo modo, na pesquisa desenvolvida por Araújo e Feitosa (2016), no município de Iguatu, CE, evidenciou-se um baixo nível de rendimentos dos produtores rurais. Foi verificada uma renda familiar entre 2 a 4 salários-mínimos para 84,62% dos entrevistados. A referida renda envolve outras atividades de trabalho informal ou ainda benefícios sociais do Governo. A renda oriunda apenas da atividade rural foi de até 1 salário mínimo para 76,92% dos entrevistados.

Ressalta-se que em propriedades rurais pequenas, com reduzido número de indivíduos atuando na atividade rural, com produção prioritária para a subsistência é fator

que serve para explicar os baixos níveis de rendimentos mensais da atividade (DATASEBRAE, 2018).

Com relação ao tamanho da propriedade rural (FIGURA 8), bem como sua área destinada à exploração, evidenciou-se a predominância de imóveis com área inferior a 5 (cinco) hectares, caracterizando-se como pequenas propriedades rurais. Em alguns casos, os entrevistados relataram que em função da área ser pequena não possuíam acesso a programas governamentais, como por exemplo Garantia Safra, que exige uma área de terra superior a 0,6 ha.

Figura 8 – Tamanho das propriedades



Fonte: os autores (2019).

Segundo Marques (2015), a existência de minifúndios decorre, especialmente, das divisões de sucessões e heranças, em famílias numerosas. Contudo, estas áreas são insuficientes para corroborar com o progresso econômico e, por sua vez, atender à função social da terra, pois ainda que trabalhadas por uma família, são insuficientes para propiciar subsistência e o progresso social do grupo.

A respeito dos recursos e subsídios do governo, tais como Garantia Safra e Pronaf, um percentual médio de 51,7% dos produtores da região afirmaram não receber nenhum recurso, 25% declararam receber Pronaf, 21,7%, Seguro Safra, e 1,6% afirmaram ter acesso a outros tipos de recursos. Dentre os municípios analisados, Barbalha e Juazeiro do Norte destacaram-se com 65% dos entrevistados que não recebem nenhum recurso e o motivo principal elencado pelo grupo é o tamanho insuficiente da área do imóvel.

Em Barbalha, 15% afirmaram receber o Seguro Safra e 20% o Pronaf. Em Juazeiro do Norte, 20% declararam receber o Seguro Safra e 15% o Pronaf. Em Crato, 25% não recebem recursos/benefícios, 30% dos entrevistados declararam receber Seguro Safra, 40% têm Pronaf e 5% recebem outros tipos de subsídios.

Relativamente à assistência técnica recebida pelos produtores, evidenciou-se uma média de 50% dos produtores da região que recebem assistência da Ematerce, sendo 40% em Barbalha, 50% em Crato e 60% em Juazeiro do Norte. Porém, os relatos apontam para um insuficiente acompanhamento, tendo em vista o pequeno número de técnicos disponíveis. Em 43,3% da média da região, os produtores afirmam não recebem nenhuma assistência. Esta é a realidade para 45% dos produtores de Barbalha e Crato; bem como para 40% dos produtores de Juazeiro do Norte. Apenas no município de Barbalha, 10% dos produtores relataram que contratam assistência particular. Em Crato e Barbalha, 5% não responderam se há assistência técnica.

Dentre as atividades desenvolvidas na propriedade rural, destaca-se a avicultura, com média de 81,7% dos casos, de acordo com os entrevistados; seguida do cultivo de milho e feijão, ambos em 80% das propriedades da região, considerando a amostra deste estudo. Ademais, foram ressaltadas a fruticultura (58,3%), a suinocultura (53,3%) e o cultivo de hortaliças (43,3%). A bovinocultura e a caprino/ovinocultura apresentaram resultados tímidos, com 16,7% e 10%, respectivamente, o que pode ser justificado pelo tamanho das áreas das propriedades, que são predominantemente minifúndios, logo insuficientes para a criação destes animais. Destaca-se que a avicultura está presente como uma atividade sobretudo de subsistência, para o consumo familiar.

O destino da produção realizada nas propriedades em questão refere-se, principalmente ao consumo próprio familiar, que se apresenta em 91,7% da média da região, sendo 95% dos casos de Barbalha e Crato, enquanto Juazeiro do Norte conta com 85% dos casos. O excedente é comercializado em feiras locais, responderam 60% dos produtores de Barbalha, 45% de Crato e 50% de Juazeiro do Norte. Destaca-se, ainda, a entrega da produção para os programas de alimentação escolar, quais sejam: Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), instituído em 2003, e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), Lei 11.947/2009. Além disso, os produtores também informaram que comercializam alguns produtos na sede da propriedade, como citado por 10% dos produtores de Barbalha, 25% dos produtores de Crato e 40% dos produtores de Juazeiro do Norte. Apenas os produtores de Juazeiro do Norte manifestaram a entrega de produtores para cooperativa/associação.

## 4.2. Estrutura fundiária das propriedades rurais na Região Crajubar

Com a finalidade de classificar a estrutura fundiária dos imóveis cadastrados no SICAR dos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, recorreu-se ao artigo 4º, inciso I, da Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, que caracteriza o imóvel rural, conforme exposto a seguir:

- 1-pequena propriedade ou posse: com área de até 4 (quatro) módulos fiscais;
- 2-média propriedade ou posse: com área superior a 4 (quatro) até 15 (quinze) módulos fiscais;
- 3-grande propriedade ou posse: com área superior a 15 (quinze) módulos fiscais.

Baseando-se nestas informações, procedeu-se com a classificação da estrutura fundiária dos imóveis. Inicialmente, realizou-se o cálculo dos tamanhos médio, mínimo e máximo dos imóveis, baseando-se nos módulos fiscais (TABELA 5), em cada município.

Tabela 5 - Tamanhos médio, mínimo e máximo de imóveis (módulos fiscais)

Município	Imóveis cadastrados	Tamanho médio	Tamanho mínimo	Tamanho máximo
Crato	4.198	0,4520061	0,0001	84.8013
Juazeiro do Norte	330	0,6334078	0,0019	14,1563
Barbalha	2.332	0,9250842	0,0001	1488,162

Fonte: os autores (2019).

Dos resultados apresentados na Tabela 5, destaca-se o tamanho médio das propriedades, que é de: 0,45 módulos fiscais ou 12,21ha em Crato; 0,63 módulos ou 16,75ha em Juazeiro do Norte; e, 0,92 módulos ou 24,14ha em Barbalha. Strapasson Junior (2016, p. 31) ressalta a “importância do uso de módulos fiscais para classificação dos imóveis rurais, visto a variação do tamanho médio de áreas das propriedades de cada município”.

Com relação à classificação da estrutura fundiária dos imóveis, a Tabela 6 apresenta a caracterização dos imóveis cadastrados em cada município, compreendidos nas faixas de área de até 4 (quatro) módulos fiscais; superior a 4 (quatro) até 15 (quinze)

módulos; e, superior a 15 (quinze) módulos fiscais, de acordo com a Lei nº Lei nº 8.629/93.

Tabela 6 – Classificação da estrutura fundiária (módulos fiscais)

Área	Crato	Juazeiro	Barbalha	Caracterização
Até 4 módulos	4.122	316	2303	Pequena propriedade
4 a 15 módulos	62	14	22	Média propriedade
Superior a 15 módulos	14	-	7	Grande propriedade
Total	4.198	330	2.332	

Fonte: os autores (2019).

Da Tabela 6, extrai-se a informação de que a maioria dos imóveis cadastrados nos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha possuem dimensão de até 4 (quatro) módulos fiscais. De acordo com o artigo 6º, inciso I, do Decreto nº. 55.891/1965, entende-se que esta área é adequada para a Propriedade Familiar, possibilitando a subsistência, o progresso econômico e social do grupo.

Não obstante, para os efeitos do Estatuto da Terra, inclui-se a classificação do minifúndio como “o imóvel rural de área e possibilidades inferiores às da propriedade familiar” (artigo 4º, inciso IV, Lei nº 4.504/1964 - Estatuto da terra). Neste sentido, tem-se que a área agricultável inferior a 1 (um) módulo fiscal é considerada insuficiente para corroborar com o progresso econômico e, por sua vez, atender à função social.

Nas palavras de Marques (2015, p. 57), trata-se de “uma pequena gleba que, não obstante trabalhada por uma família, mesmo absorvendo-lhe toda a força de trabalho, mostra-se insuficiente para propiciar a subsistência e o progresso econômico e social do grupo familiar”.

Dentre as propriedades analisadas (TABELA 7), constatou-se a predominância de imóveis com área inferior a 1 (um) módulo, ou seja, classificados como minifúndios. Identificou-se a ocorrência de 288 imóveis em Juazeiro do Norte, correspondendo a 87,27% do total; em Crato, foram 3.828 imóveis, perfazendo 91,16%; e, em Barbalha, foram localizados 2.217 imóveis, configurando 95,07% do total de imóveis cadastrados para o município.

Tabela 7 – Divisão fundiária (módulos fiscais) – pequenas propriedades e minifúndios

Área	Crato	Juazeiro	Barbalha	Caracterização
Inferior a 1 módulo	3828	288	2217	Minifúndio
De 1 a 4 módulos	294	28	86	Pequena propriedade
Total até 4 módulos	4.122	316	2303	-

Fonte: os autores (2019).

A existência de minifúndios, de acordo com Marques (2015), é decorrente, principalmente, das divisões de sucessões e heranças, especialmente em famílias numerosas, como é o caso da zona rural da região nordestina do Brasil. Contudo, esta é uma realidade desestimulada na legislação vigente, por entendimento de que o minifúndio apresenta desvantagens para o produtor, bem como para a coletividade, no sentido de dificuldade na obtenção de crédito junto às instituições financeiras ou programas do Governo Federal, além de significar uma arrecadação ínfima por meio da tributação do minifúndio.

Deste modo, conforme o art. 65 da Lei nº 4.504/1964 e o art. 8º da Lei n. 5.868/1972, o imóvel rural não é divisível, nem poderá ser desmembrado em área de dimensão inferior ao módulo de propriedade rural. Assim, a legislação prevê medidas, tais como desapropriação e remembramento, visando combater o minifúndio, consoante art. 21 do Estatuto da Terra.

#### 4.3. Análise da Situação Ambiental das Propriedades Rurais

A partir dos parâmetros analisados, verificou-se o índice e o nível de sustentabilidade ou adequação ambiental, de propriedades localizadas nos municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte, com base na amostra pesquisada. A Tabela 8 apresenta os resultados para as propriedades rurais pesquisadas no município de Barbalha.

Tabela 8 – Índice e nível de sustentabilidade ambiental das propriedades rurais em Barbalha

Propriedade	Soma dos parâmetros	Índice de sustentabilidade	Nível de sustentabilidade
P1	80	0,8	Bom
P2	75	0,8	Bom

P3	62,5	0,6	Regular
P4	41	0,4	Ruim
P5	75	0,8	Bom
P6	51	0,6	Regular
P7	95	1	Excelente
P8	56	0,6	Regular
P9	66	0,6	Regular
P10	90	1	Excelente
P11	60	0,6	Regular
P12	97,5	1	Excelente
P13	72,5	0,8	Bom
P14	78,5	0,8	Bom
P15	75	0,8	Bom
P16	61	0,6	Regular
P17	85	0,8	Bom
P18	46	0,4	Ruim
P19	66	0,6	Regular
P20	90	1	Excelente

Fonte: Pesquisa aplicada, 2019.

Na Tabela 8, observa-se que os produtores P7, P10, P12 e P20 obtiveram o índice de sustentabilidade ambiental igual a 1. Isto significa que, em relação aos parâmetros analisados, as condições ambientais da propriedade encontram-se em nível de excelência. Os produtores que apresentaram menores níveis de adequação ambiental foram P4 e P18, cujo índice encontrado foi 0,4 e o nível de sustentabilidade foi classificado como ruim. Os parâmetros analisados para identificação do nível e índice de sustentabilidade ambiental dos produtores entrevistados apresentaram os seguintes resultados:

- Sobre a Área de Proteção Ambiental – APP, 70% afirmaram a existência em suas propriedades, dos quais em 57% dos casos a área é exclusivamente mata nativa, em 36% a área é destinada à pastagem e em 7% utiliza-se para culturas permanentes.

- A não utilização de agrotóxicos na produção agrícola foi evidenciada em 85% dos casos, contra 15% de utilização. Dentre os que admitiram utilizar, 33% devolvem as embalagens vazias nos locais adequados, enquanto 67% afirmam queimar ou enterrar.
- Com relação à área de Reserva Legal, 45% dos entrevistados afirmaram destinar área superior a 20% do imóvel para averbação; 10% responderam que a reserva legal corresponde a 15 a 20% da área do imóvel; 5%, que é de 5% a 10% a área reservada; e, 40% admitiram que a área correspondente é de 0 a 5% do imóvel para reserva legal.
- A respeito da(s) fonte(s) de água das propriedades, os respondentes afirmam obter água de fonte externa com tratamento (50%), água de poço, sem isolamento de contaminação (55%), água de açude ou barreiro (10%) e das cisternas (55%), sendo o abastecimento realizado com água da chuva ou carro-pipa. Sendo esse um dos quesitos onde maioria produtores ficou nível ruim.
- Relativamente à destinação dos resíduos, 85% dos entrevistados afirmaram que realizam a destinação dos resíduos para a coleta municipal. Contudo, 41% destes produtores que utilizam o serviço da coleta municipal admitiram realizar, concomitantemente, as práticas inadequadas relacionadas a queimar ou enterrar os resíduos secos. O uso exclusivo da coleta municipal de resíduos sólidos foi constatado entre 50% dos entrevistados. Com relação aos resíduos orgânicos 90% dos entrevistados afirmaram destinar estes resíduos para alimentação de porcos e galinhas na propriedade.

A Tabela 9 apresenta os resultados referentes ao índice e nível de sustentabilidade ambiental das propriedades rurais no município de Crato.

Tabela 9 – Índice e nível de sustentabilidade ambiental das propriedades rurais - Crato

Propriedade	Soma dos parâmetros	Índice de sustentabilidade	Nível de sustentabilidade
P1	70	0,8	Bom
P2	70	0,8	Bom

P3	75	0,8	Bom
P4	31	0,4	Ruim
P5	31	0,4	Ruim
P6	38,5	0,4	Ruim
P7	62,5	0,6	Regular
P8	80	0,8	Bom
P9	80	0,8	Bom
P10	70	0,8	Bom
P11	47,5	0,4	Ruim
P12	90	1	Excelente
P13	80	0,8	Bom
P14	85	0,8	Bom
P15	80	0,8	Bom
P16	75	0,8	Bom
P17	65	0,6	Regular
P18	51	0,6	Regular

Fonte: Pesquisa aplicada, 2019.

A Tabela 9 destaca o produtor P12 com índice de sustentabilidade ambiental igual a 1 e nível de sustentabilidade e condições ambientais excelente. A maioria dos entrevistados (55%) obteve nível de sustentabilidade bom, tendo auferido índice 0,8. Enquanto os produtores P4, P5, P6 e P11 apresentaram os menores níveis de sustentabilidade ambiental com índice de 0,4 e o nível de sustentabilidade ruim. Dos produtores entrevistados, apresentam-se os seguintes resultados:

- Área de Proteção Ambiental - 72% afirmaram possuir APP em suas propriedades, sendo a área exclusivamente mata nativa, sem nenhum uso.
- Sobre a utilização de agrotóxicos - 83% afirmaram não utilizar, enquanto 11% o fazem de maneira controlada e 6% admitiram aplicar em toda a propriedade. Dentre os que admitiram utilizar, 33% armazenam as embalagens na propriedade, 33% afirmam queimar ou enterrar e 33% utilizam distintas formas de destinação,

que consistem em descartar a embalagem vazia em qualquer lugar da propriedade, queimar ou enterrar.

- Área de Reserva Legal - 39% dos entrevistados afirmaram destinar área superior a 20% do imóvel para averbação; 39% responderam que a reserva legal corresponde a 15 a 20% da área do imóvel; e, 22% admitiram que a área correspondente é de 0 a 5% do imóvel.
- Sobre a(s) fonte(s) de água das propriedades - os entrevistados declararam possuir água de fonte externa com tratamento (17%), água de poço, sem isolamento de contaminação (56%), água de açude ou barreiro (17%) e das cisternas (39%), com abastecimento de água da chuva ou carro-pipa.
- Destinação dos resíduos sólidos - 61% afirmaram que realizam a destinação dos resíduos para a coleta municipal e 39% dos entrevistados declararam que queimam ou enterram seus resíduos. A respeito dos resíduos orgânicos, todos os entrevistados admitiram destinar os restos de comida para alimentação de porcos e galinhas na propriedade. Somente 6% afirmaram utilizar resíduos de alimentos crus e folhas para adubação.

Na Tabela 10, constam os resultados para o município de Juazeiro do Norte.

Tabela 10 – Índice e nível de sustentabilidade ambiental das propriedades rurais – Juazeiro do Norte

Propriedade	Soma dos parâmetros	Índice de sustentabilidade	Nível de sustentabilidade
P1	48	0,4	Ruim
P2	65	0,6	Regular
P3	33,5	0,4	Ruim
P4	55	0,4	Ruim
P5	51	0,4	Ruim
P6	23,5	0,4	Ruim
P7	25	0,4	Ruim
P8	62,5	0,6	Regular
P9	52,5	0,6	Regular

P10	47,5	0,4	Ruim
P11	52,5	0,6	Regular
P12	85	0,8	Bom
P13	50	0,6	Regular
P14	45	0,4	Ruim
P15	33,5	0,4	Ruim
P16	57,5	0,6	Regular
P17	35	0,4	Ruim
P18	52,5	0,6	Regular
P19	50	0,6	Regular
P20	48,5	0,4	Ruim

Fonte: Pesquisa aplicada, 2019.

Da amostra de Juazeiro Norte, ressalta-se que houve predominância (55%) de produtores com nível ruim de sustentabilidade, com índice 0,4. Apenas o produtor P12 obteve um nível bom de sustentabilidade, apresentando índice 0,8. A baixa adequação ambiental das propriedades ocorreu em função da utilização de agrotóxicos, além da destinação inadequada das embalagens, como pode ser observado a seguir.

Os parâmetros analisados que compõem o nível e índice de sustentabilidade ambiental dos produtores entrevistados obtiveram os seguintes resultados:

- Sobre a Área de Proteção Ambiental, 50% afirmaram possui APP, dois quais em 70% dos casos a área é exclusivamente mata nativa, sem uso; em 20% dos entrevistados utiliza-se de 1 a 30% da área, para cultura permanente; e 1% não soube responder o percentual de utilização a área.
- A utilização de agrotóxicos na produção agrícola está presente em 65% das propriedades, contra 35% da não utilização. Dentre os que admitiram utilizar, 31% devolvem as embalagens vazias nos locais adequados, enquanto 54% afirmam queimar ou enterrar, 8% armazenam as embalagens na propriedade e 8% afirmam descartar a embalagem vazia em qualquer lugar da propriedade, queimar ou enterrar.
- A respeito da área destinada à Reserva Legal, 10% dos respondentes afirmaram destinar área superior a 20%; 10% responderam entre 15 a 20% da área do imóvel;

20% determinaram ser entre 10% e 15%; 30% afirmaram que seria de 5% a 10% a área reservada; e, em 30% dos entrevistados, a área corresponde a 0 a 5% do imóvel.

- Da(s) fonte(s) de água das propriedades, os entrevistados elencaram: água de poço, isolado de contaminação (15%) e sem isolamento de contaminação (50%), água de açude ou barreiro (15%), água de córrego (5%) e das cisternas (30%), abastecidas por água da chuva e carro-pipa.
- Relativamente à destinação dos resíduos, 60% dos entrevistados destinam resíduos sólidos à coleta municipal; 30% queimam ou enterram seus resíduos; e, 10% além de utilizar o serviço da coleta municipal, admitiram também queimar ou enterrar os resíduos. A respeito dos resíduos orgânicos 85% dos entrevistados afirmaram destinar estes resíduos para alimentação de porcos e galinhas na propriedade, enquanto 10% destina os resíduos orgânicos para a coleta municipal; e 5% além de destinar para a alimentação animal, entrega o excedente para a coleta municipal.

Dentre os parâmetros analisados, os quesitos “Agrotóxicos”, “Reserva Legal”, “Fonte de água da propriedade” e “Resíduos Sólidos” se destacaram dentre os produtores com predominância de baixa adequação ambiental. Com relação à utilização de agrotóxicos, a Lei n.º 7.802/89, artigo 2º, inciso I, define agrotóxicos como (BRASIL, 1989):

Produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas e também em ambientes urbanos, hídricos e industriais. cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, e, substâncias e produtos empregados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores do crescimento.

Com respeito às embalagens vazias, mais especificamente relacionando-se ao seu destino, o Decreto n.º 4.074/2002, que regulamenta a Lei n.º 7.802/89, em seu art. 23, parágrafo 2º, determina que “deverá ser dada destinação e tratamento adequado às embalagens, [...], de forma a garantir menor emissão de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos no meio ambiente”. Complementarmente, a Lei. 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) estabelece a implantação da logística reversa, tratando de

restrições de cunho ambiental e econômico, visando o descarte ambientalmente adequado destes resíduos.

Bernardi, Hermes e Boff (2018) afirmam que as embalagens, por não possuírem destinação correta, sendo descartadas em rios, queimadas, enterradas, abandonadas na área de plantio ou ainda reutilizadas para armazenagem de água e alimentos, contaminam o meio ambiente, além de provocarem riscos à saúde pública.

Deste modo, os produtores rurais devem, em cumprimento das leis vigentes e em prol da diminuição dos impactos ambientais e dos danos à saúde, adotar práticas adequadas de manejo e descarte das embalagens. Para tanto, é necessária a promoção de campanhas de sensibilização junto aos produtores, além de manter uma fiscalização efetiva, por parte do poder público, visando coibir a prática.

De acordo com Bernardi, Hermes e Boff (2018), quando o produtor não dispõe de local próximo para o descarte correto das embalagens, deve buscar o órgão público municipal competente para indicar o local adequado. Além disso, é passível de punição a prática do descarte inadequado, bem como da armazenagem das embalagens vazias na propriedade, por um longo período de tempo.

A respeito do parâmetro Reserva Legal, a Lei 12.651/12, em seu inciso III, artigo 3º, define:

Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do artigo 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

Ressalta-se que todo imóvel rural deve manter a referida área, com vegetação nativa, obedecendo percentuais mínimos relativos à área total do imóvel (BRASIL, 2012), quais sejam:

- I – localizado na Amazônia Legal:
  - a) 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas;
  - b) 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado;
  - c) 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais;
- II – localizado nas demais regiões do País: 20% (vinte por cento).

Desta feita, os imóveis rurais localizados nos municípios do presente estudo, em consonância com a legislação vigente, devem assegurar a Reserva Legal de 20% das áreas, para conservação, reabilitação dos processos e conservação da biodiversidade.

Quanto ao parâmetro fonte de água das propriedades, destaca-se o fato de que a maioria é abastecida com água sem isolamento de contaminação e tratamento adequado, especialmente o abastecimento por meio de cisternas, que é uma realidade presente nos três municípios analisados.

Ressalta-se que as cisternas, como política de captação e manejo das águas da chuva, são estratégias de convivência do semiárido, sendo consideradas como uma ação de acesso à água, tornando-se evidente a dimensão ambiental da sustentabilidade (SOUSA et al., 2017). Não obstante, conforme afirmam Bezerra, Sousa e Pinho (2010), é prudente tratar a água destes reservatórios antes de usá-la, pois a qualidade da água, seja oriunda da chuva ou de carro-pipa, pode ser afetada, sofrendo com a poluição, pelo sistema de captação da água, condições atmosféricas, utilização e manuseio, além da falta de manutenção adequada e fatores originados da fonte de coleta da água, no caso do abastecimento por carros-pipa, que pode sofrer exposição a outras intempéries.

Em estudo realizado na zona rural do município de Santana do Acaraú-CE, com o intuito de analisar a qualidade da água da chuva armazenada em cisternas, Prado et al. (2019) detectaram contaminação da água, sugerindo condições precárias higiênic-sanitárias.

Outro fato relevante, que vem a contribuir com a contaminação dos lençóis freáticos e, por conseguinte, comprometer a qualidade da água destinada ao consumo e à produção agrícola, é a existência de fossa e esgoto a céu aberto em todas as propriedades analisadas. Villwock e Crispim (2016) alertam para o risco de contaminação microbológica do solo, conseqüentemente do lençol freático, que abastece as nascentes e poços, e posteriormente contaminam os animais e adoecem os seres humanos.

Sobre a problemática dos resíduos sólidos em propriedades rurais, este parâmetro constitui um dos maiores desafios dos produtores em relação ao meio ambiente, isto pois, dentre os resíduos gerados estão além de embalagens plásticas e papel, recipientes de agrotóxicos, remédios veterinários, pilhas, lâmpadas fluorescentes, com potencial de contaminação para o meio ambiente e a saúde dos moradores (FREIRE et al., 2016).

Como agravante da situação, Silva et al. (2014) afirmam que, diante da carência dos serviços de gestão e gerenciamento de resíduos, surgem, dentre os produtores rurais, as práticas inadequadas, do ponto de vista ambiental, tais como o descarte dos resíduos a céu aberto, enterro dos resíduos e queimadas, dentre outras. Esta assertiva foi confirmada na presente pesquisa, em que os entrevistados admitiram que havia coleta municipal, porém realizavam queimada dos resíduos ou enterravam parte deles, para diminuir o volume, pois é insuficiente a frequência do serviço de coleta.

No que se refere aos resíduos orgânicos, foi identificada a prática recorrente de destinar tais resíduos à alimentação de animais nas propriedades rurais dos três municípios analisados. O que tem configurado um costume em toda a região. Donelardy e Marco (2018) corroboram com estes dados. Em pesquisa realizada nos sítios Cruzeiro e Jatobá, na Chapada do Araripe, identificaram que os resíduos orgânicos são utilizados como alimentação para animais domésticos, como cachorro e gato, bem como para animais de criação, galinhas e porcos.

Contudo, as práticas ambientalmente adequadas mais recomendadas e que contribuem para um melhor índice de sustentabilidade ambiental, neste caso, são a compostagem e a biodigestão, sejam em âmbito individual ou comunitário, que resultam em benefícios ambientais e econômicos.

Alvarenga et al. (2017) destacaram o uso de resíduos orgânicos para fins agrícolas, por meio da compostagem, permitindo a reciclagem de matéria orgânica e nutrientes. Adicionalmente, Obriot et al. (2016), afirmaram que a aplicação de matéria orgânica melhora a maioria dos índices de qualidade do solo e culturas, em comparação com uma fertilização mineral.

A Tabela 11 apresenta o índice e o nível de sustentabilidade médio dos municípios de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte, a partir da amostra analisada, assim como os resultados médios para a Região do Crajubar.

Tabela 11 – Índice e nível de sustentabilidade ambiental

Município	Média da soma dos parâmetros	Índice de sustentabilidade	Nível de sustentabilidade
Barbalha	71,15	0,8	Bom
Crato	65,36	0,6	Regular
Juazeiro do Norte	48,7	0,4	Ruim
Crajubar	61,67	0,6	Regular

Fonte: Pesquisa aplicada, 2019.

Comparando-se os resultados médios dos três municípios analisados, foi possível constatar que a melhor situação ambiental foi encontrada dentre os produtores rurais de Barbalha. Apresentou-se um bom nível de sustentabilidade, auferindo um índice de 0,8, o que demonstra que as propriedades atendem de modo satisfatório aos parâmetros analisados, especialmente a produção de alimentos com base na agricultura orgânica,

que garante maiores índices de sustentabilidade, resultando ser mais vantajosa do ponto de vista ambiental.

O município de Crato obteve um nível regular de sustentabilidade, tendo como resultado o coeficiente 0,6 no índice de sustentabilidade ambiental. Já a média dos parâmetros para o município de Juazeiro do Norte resultou em um nível ruim de sustentabilidade ambiental, acarretando um coeficiente de 0,4 para o índice de sustentabilidade ambiental calculado, classificando-se como pior situação, quando comparado aos demais municípios analisados.

#### 4.4. Associação das variáveis socioeconômicas ao índice de sustentabilidade ambiental

Para analisar a associação das variáveis socioeconômicas às práticas ambientalmente sustentáveis dos produtores rurais entrevistados, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman ( $\rho$ ). Os resultados estão dispostos na Tabela 12.

Tabela 12 – Correlação das variáveis socioeconômicas

Variáveis*	Índice de sustentabilidade	
	Coefficiente de Correlação de Spearman ( $\rho$ )	Significância
Gênero	0,0166	0,9013**
Idade	0,1210	0,3745**
Escolaridade	0,0492	0,7140**
Renda familiar	0,0325	0,8104**
Estado civil	0,2782	0,0344***

Fonte: Elaboração própria. \*variáveis gênero, escolaridade e estado civil com 58 observações, idade com 56 e renda com 57; \*\* variável não significativa; \*\*\* variável estatisticamente significativa a 5%.

Observando-se a Tabela 12, admite-se que as variáveis Gênero, Idade, Escolaridade e Renda não foram estatisticamente significativas para confirmar associação com a variável dependente, índice de sustentabilidade ambiental das propriedades, com base no P valor de 0,9013, 0,3745, 0,7140 e 0,8104, respectivamente.

A variável “Estado Civil”, a um intervalo de 5% de confiança, foi a única a apresentar significância estatística. Com base no coeficiente ( $\rho$ ) obtido de 0,2782, observa-se que houve uma fraca associação da referida variável com a adoção de práticas sustentáveis na propriedade. Não obstante, baseando-se no sinal positivo da correlação, afirma-se que produtores(as) com estado civil “casado ou em união estável”

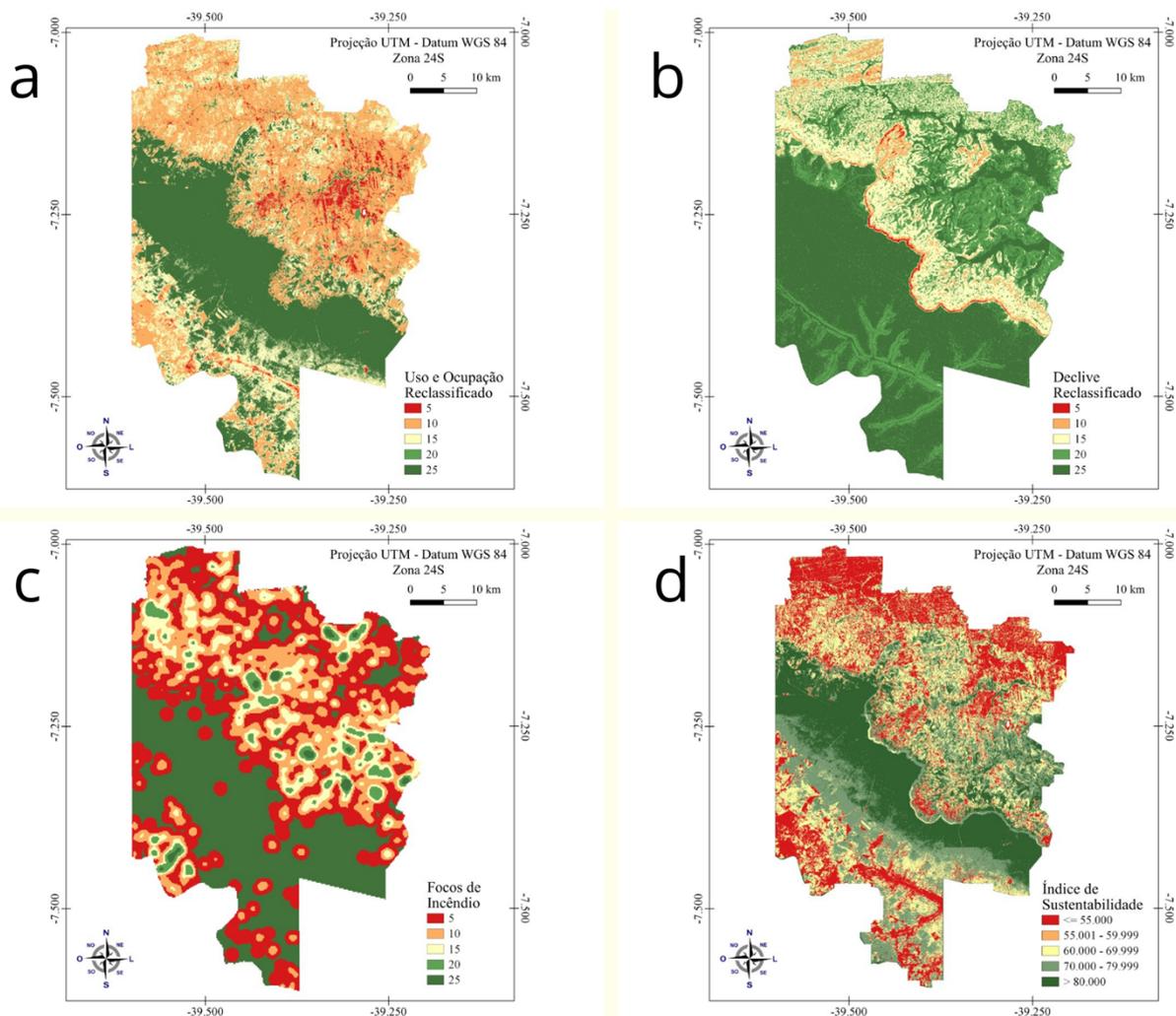
estão mais associados(as) com a adoção de práticas de manejo ambientalmente adequadas, resultando em um maior índice de sustentabilidade da propriedade.

#### 4.5. Análise da paisagem e condições de sustentabilidade da região

Considerando a análise da paisagem na Região CRAJUBAR (Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha), foi possível observar aspectos quanto à declividade, uso e ocupação da área, bem como a incidência de queimadas.

Deste modo, evidenciou-se o potencial ambiental de preservação e as limitações do uso dos recursos naturais, determinando, deste modo, as condições de sustentabilidade ambiental da região, a partir dos citados parâmetros (FIGURA 9).

Figura 9 – Declividade (a), Uso e ocupação (b), focos de incêndio (c) e condições de sustentabilidade no CRAJUBAR (d)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Com base na Figura 2, pode-se inferir o uso e ocupação com predominância de solo exposto, caatinga e solo exposto e a região florestal (a), com área de elevado declive (b), por ocasião da chapada do Araripe, bem como áreas de relevo mais plano, que favorecem o uso agropecuário.

Constatou-se a incidência de focos de incêndio (c), principalmente nas áreas marcadas pelo uso e ocupação antrópicas, de caatinga e solo exposto, evidenciando a inadequada utilização dos recursos naturais, comprometendo a sustentabilidade ambiental da região atingida.

Teixeira, Silva e Farias (2017, p. 150) afirmam que:

A utilização e ocupação indevida dos espaços geográficos compromete a sustentabilidade ecológica em alguns setores, o que promove mudanças na dinâmica ambiental e no fluxo de matéria e energia, bem como no modo de vida das comunidades atingidas. Nessa perspectiva, faz-se necessário a implantação de propostas e ações voltadas ao planejamento ambiental, a partir de uma análise detalhada das características naturais e socioeconômicas, voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais e mitigação de problemas ambientais diagnosticados.

A respeito das queimadas, ressalta-se que o novo código florestal (Lei 12.651/2012) proíbe o uso do fogo na vegetação, excetuando-se algumas situações, com prévia aprovação dos órgãos competentes, conforme artigo 38 da referida Lei. Entretanto, como pode ser observado na Figura 2(d), as queimadas são práticas recorrentes, especialmente no ambiente rural, para as plantações. Deste modo, constata-se que o espaço rural tem sido responsável por impactos ambientais que contribuem com a degradação da área estudada.

Corroborando com este entendimento, Perazzoli e Kunze (2018, p. 714) destacaram, em um estudo realizado em uma propriedade rural, em Santa Catarina, os principais impactos ambientais identificados, quais sejam: “a poluição do meio ambiente causada pelo uso de agrotóxicos e fertilizantes e pela geração de dejetos de animais, o impacto hídrico devido a quantidade de água utilizada em suas atividades e o desmatamento equivalente ao uso do solo para plantações”.

Diante disto, pode-se perceber que as condições de sustentabilidade da região CRAJUBAR demonstram um inadequado uso dos recursos naturais, especialmente nas regiões de solo exposto; caatinga e solo exposto, em que se auferiu regular e ruim condição de sustentabilidade, respectivamente. Isto pois, a fragilidade das condições ambientais e uso inadequado dos recursos contribuem para a degradação ambiental (CRISPIM; SOUZA, 2016).

Apenas na região da chapada do Araripe foram evidenciadas áreas com excelentes condições de sustentabilidade, resultando no maior potencial ambiental da região, responsável pela manutenção do equilíbrio ecológico, mas que pode ser ameaçado pela ausência de aplicabilidade da legislação ambiental, no combate à queimadas, principalmente, que ocorrem em áreas resultantes de atividades antrópicas.

A supressão vegetal na região pode ser justificada pela pressão agrícola, bem como pela pressão imobiliária, que acarretam mudanças no uso e ocupação, como o elevado número de queimadas constatadas, no período analisado, que evidenciam como a sustentabilidade ambiental da região vem sendo prejudicada.

Além da perda da diversidade, a supressão vegetal, traz problemas ao próprio ambiente urbano, como o agravamento dos cenários de inundação e a ampliação de sua frequência, além de motivar o surgimento de novos pontos de alagamento.

Estes impactos provêm, principalmente, da crescente impermeabilização do solo, com aumento do volume pluvial escoado e redução de áreas de amortecimento, causando aumentos significativos nas vazões máximas, que podem representar até seis vezes a vazão de pré-urbanização (PALÁCIO, 2020).

Ademais, a perda do solo por erosão fluvial nas áreas mais declivosas, podem se intensificar, através da supressão da vegetação, uma vez que as atividades humanas ajudam a acelerar a ocorrência de erosão tanto no ambiente urbano como rural (SILVA *et al.*, 2018).

Para mitigar tal situação, resgata-se o meio ambiente como garantia constitucional, mencionando-se a responsabilidade do poder público e da coletividade em defender, preservar e garantir o meio ambiente sadio e equilibrado para as gerações atuais e futuras (BRASIL, 1988). Em se tratando do agricultor, especificamente, destaca-se o papel da assistência técnica e a extensão rural, como ferramentas de melhorias no planejamento da produção e o formato de sistemas agrícolas mais sustentáveis (BRASIL, 2016).

Por fim, a Educação Ambiental, promovida em ambientes formais e informais de formação, por meio de palestras, feiras, oficinas, dentre outras ações, que abordem a preservação dos habitats e da diversidade biológica, são importantes estratégias de sensibilização e discussão da importância de conversar os ecossistemas. Neste sentido, frisa-se o papel das universidades e escolas na disseminação do conhecimento e cooperação em projetos de extensão com abordagem da temática ambiental (ALMEIDA *et al.*, 2020).

## CONCLUSÃO

A partir da pesquisa aplicada, apresenta-se um panorama da dimensão ambiental da sustentabilidade nas propriedades rurais da região Crajubar, por meio do estudo de caso de propriedades rurais de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha.

Do perfil dos entrevistados, destaca-se que 61,7% são de gênero masculino e 38,3% de gênero feminino; observou-se que 5% dos produtores possuem idade de até 25 anos, 21,7% de 26 a 45 anos, 48,3% de 46 a 65 anos, 21,7% têm acima de 65 anos e, 3,3% não responderam; 23,3% se auto declararam não escolarizados, 46,7% afirmaram possuir o ensino fundamental, 28,3% admitiram ter o ensino médio completo, enquanto 1,70% afirmaram possuir pós-graduação; 21,7% dos entrevistados são solteiros, 76,70% são casados ou vivem em união estável e 1,6% são viúvos; constatou-se que 40% percebem renda mensal de até 1 (um) salário-mínimo, 55% entre 1 (um) a 4 (quatro) salários-mínimos, 3,3% acima de 5 (cinco) salários, e, 1,7% não revelaram os rendimentos familiares mensais.

A respeito das condições de sustentabilidade, considerando a amostra desta pesquisa, obteve-se o coeficiente 0,6 no índice de sustentabilidade ambiental, demonstrando um nível regular de sustentabilidade para a região Crajubar. Os resultados indicam que, na região, são utilizadas práticas de sustentabilidade ambiental pelos produtores rurais. Contudo, deve-se dedicar especial atenção à baixa adequação ambiental das propriedades, quando relacionadas à utilização de agrotóxicos, fonte de abastecimento de água e à destinação inadequada dos resíduos sólidos, prática destacada na maioria dos casos.

Dos municípios analisados, sobressaíram-se as propriedades rurais localizadas em Barbalha, que obtiveram os melhores resultados no tocante à sustentabilidade ambiental, apresentando índice 0,8, com bom nível de sustentabilidade, especialmente decorrentes do não uso de agrotóxicos na atividade agrícola, fato constatado entre 85% dos entrevistados.

O município de Crato, por sua vez, obteve um nível regular, com 0,6 de índice de sustentabilidade ambiental, enquanto as propriedades localizadas em Juazeiro do Norte apresentaram baixa adequação ambiental, obtendo coeficiente 0,4 de índice de sustentabilidade, sendo destacada a prática do uso de agrotóxico entre 65% dos

produtores entrevistados, com predominância para o descarte inadequado das embalagens vazias, sendo deixadas na área de lavoura, queimadas ou enterradas.

Com relação à destinação inadequada dos resíduos sólidos, destaca-se que a prática foi recorrente nos três municípios analisados. Mesmo diante da existência do serviço de coleta municipal, alguns entrevistados admitiram queimar ou enterrar parte dos resíduos secos, visando diminuir o volume dos resíduos acumulados.

Diante disso, é possível afirmar que a frequência do serviço ambiental de coleta municipal deve ser revista, para que a população rural tenha condições de destinar adequadamente seus resíduos, sem incorrer em riscos ambientais e de saúde.

Ressalta-se a importância de programas de educação ambiental voltados para os produtores rurais, abordando, especialmente, temas relacionados a aspectos legais da situação ambiental da propriedade, ao manejo e destinação ambientalmente adequada dos resíduos gerados, sejam resíduos domiciliares ou oriundos da atividade agropecuária ou relacionada a ela, tais como resíduos plásticos, papel, embalagens de agrotóxicos, dentre outros.

É necessário promover ações e políticas públicas capazes de oportunizar melhores condições de vida e saúde trabalho ao produtor rural, inclusive oportunizando um meio ambiente adequado, equilibrado e saudável, corroborando para a sustentabilidade no ambiente agrário.

Com relação à análise estatística realizada, de acordo com o coeficiente de Spearman ( $\rho$ ), as variáveis Gênero, Idade, Escolaridade e Renda não foram estatisticamente significativas para confirmar associação com o índice de sustentabilidade ambiental das propriedades.

Com relação à variável “Estado civil”, mesmo o coeficiente tendo refletido uma fraca correlação, pode-se afirmar que produtores(as) casados(as) ou em união estável estão mais associados(as) à adoção de práticas de manejo ambientalmente adequadas, resultando em um maior índice de sustentabilidade da propriedade.

Por sua vez, a análise de paisagem revelou as condições de sustentabilidade da região CRAJUBAR, destacando-se o uso inadequado dos recursos naturais, com a elevada incidência de queimadas e a supressão da vegetação, apresentando fragilidade das condições ambientais.

Ressalta-se a necessidade de sensibilização da comunidade, no sentido de preservar e conservar os recursos naturais, promovendo sistemas agrícolas mais sustentáveis.

Por fim, destaca-se que a presente pesquisa não teve a intenção de esgotar a análise da situação ambiental na região trabalhada, principalmente considerando o método científico adotado, estudo de caso.

Não obstante, pretendeu-se corroborar com a discussão da temática, apresentando resultados que podem contribuir para a prospecção de políticas públicas para o meio rural, assim como, disponibilizar ao produtor rural uma avaliação de suas práticas, oportunizando a promoção das melhorias necessárias nos seus processos e manejo rural.

## REFERÊNCIAS

- AHLERT, E.M.; HAETINGER, C.; REMPEL, C. Sistema de Indicadores para Avaliação da Sustentabilidade de Propriedades Produtoras de Leite. **Estudo & Debate**, Lajeado, v. 24, n. 2, p. 23-49, 2017.
- ALMEIDA, S. V. G.; OLIVEIRA, D.A.H.C.; REGO, V.G.; MEDEIROS, F.S.M.; FARIAS, S.A.R; LIMA, J.R. Diagnóstico ambiental em trechos do alto Rio Pajeú, Itapetim, Pernambuco: contribuições educativas ao desenvolvimento sustentável. **Revista Verde**, v. 15, n. 2, p. 168-176, 2020.
- ALVAREGA, P.; PALMA, P.; MOURINHA, C.; FARTO, M.; DÔRES, J.; PATANITA, M.; CUNHA-QUEDA, C.; NATAL-DA-LUZ, T.; RENAUD, M. ; SOUSA, J.P. Recycling organic wastes to agricultural land as a way to improve its quality: A field study to evaluate benefits and risks. **Waste management**, Volume 61, p. 582-592, March 2017.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. 5 ed. Editora Sociedade Civil Mamirauá, 2007.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 02 Set. 2020.
- BRASIL. **Lei nº 12.651**, de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 02 Set. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater)**, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 26 Fev. 2020.
- BERNARDI, A.C.A.; HERMES, R.; BOFF, V.A. Manejo e destino das embalagens de agrotóxicos. **PERSPECTIVA**, Erechim. v. 42, n.159, p. 15-28, setembro/2018.
- BEZZERA, N.S.; SOUSA, M.J.; PINHO, A.I. Análise microbiológica de água de cisternas na localidade Cipó dos Tomaz, município do Crato-CE. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 1, n. 2, 2010.
- BOTELHO, L; L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**. Belo Horizonte, v.5, n. 11, p. 121-136, 2011.
- BRASIL. **Decreto n.º 4.074**, de 04 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei n.º 7.802/89. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4074.htm#art98](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm#art98). Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 7.802**, de 11 de julho de 1989. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=614EC16F7D8D7AE269B05055528F1B7D.proposicoesWebExterno1?codteor=356265&filename=LegislacaoCitada+-+PL+6189/2005](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=614EC16F7D8D7AE269B05055528F1B7D.proposicoesWebExterno1?codteor=356265&filename=LegislacaoCitada+-+PL+6189/2005). Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.651/12**, Novo Código Florestal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010**, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 20 out. 2019.

CEARÁ. Secretaria das Cidades. **Região Metropolitana do Cariri**, 2019. Disponível em: <https://www.cidades.ce.gov.br/regiao-metropolitana-do-cariri/> Acesso em: 19 maio 2019.

CRISPIM, A. B.; SOUZA, M. N. Degradação, impacto ambiental e uso da terra em bacias hidrográficas: o contexto da bacia do Pacoti/CE. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 10, n. 22, p. 17-33, 2016.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 238/1997**- "Aprova Política Nacional de Controle da Desertificação"- Publicação DOU nº 248, de 23/12/1997.

DONELARDY, A.I.C.; MARCO, C.M.A. O desafio da sustentabilidade nas comunidades rurais: uma análise nos sítios Cruzeiro e Jatobá, Crato/CE. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 3, Fev a Mar. 2018.

FNEM - Forum Nacional de Entidades Metropolitanas. **Região Metropolitana do Cariri (CE)**, 2019. Disponível em: <http://fnembrasil.org/regiao-metropolitana-do-cariri-ce>. Acesso em: 19 maio 2019.

FREIRE, E.A.; ROLIN, F.S.; LUSTOSA, J.P.G.; SOUSA, F.J.D. A problemática da destinação dos resíduos sólidos no território rural: o caso do Sítio Boi Morto. **Ciência e Sustentabilidade - CeS** | Juazeiro do Norte. v. 2, n. 2, p. 51-62, jul/dez 2016.

GIL, A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed., 3 reimpr., São Paulo: Atlas, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce>. Acesso em: 16 Jul. 2020.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Municipal Crato, 2017**. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Crato\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Crato_2017.pdf) . Acesso em: 19 maio 2019.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Municipal Juazeiro do Norte, 2017**. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Juazeiro\\_do\\_Norte\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Juazeiro_do_Norte_2017.pdf). Acesso em: 19 maio 2019.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Municipal Barbalha, 2017**. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Barbalha\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Barbalha_2017.pdf). Acesso em: 19 maio 2019.

KUMAR, A.; SHARMA, A. Socio-Sentic framework for sustainable agricultural governance. **Sustainable Computing: Informatics and Systems**, *In press*. Available online 1 September 2018.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Grupo Permanente de Combate à Desertificação – GPC – CE. **Panorama da Desertificação no Estado do Ceará**, Fortaleza, Nov./2005. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_desertif/\\_arquivos/panorama\\_ceara.doc](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/panorama_ceara.doc) . Acesso em: 16 maio 2019.

MORO, M.F., MACEDO, M.B., MOURA-FÉ, M.M. DE, CASTRO, A.S.F., COSTA, R.C. DA. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, p. 717–743, 30, 2015.

NASCIMENTO, D. C.; CHACON, S. S. Sustentabilidade na Região Metropolitana do Cariri – RMC: análise a partir dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODMs. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 443-456, set/dez/2016.

NIEMMANEE, T.; KAVEETA, R.; POTCHANASIN, C.. Assessing the Economic, Social, and Environmental Condition for the Sustainable Agricultural System Planning in Ban Phaeo District, Samut Sakhonn Province, Thailand. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 197, p. 2554- 2560, 2015.

OBRIOT, F.; STAUFFER, M.; GOUBARD, Y.; CHEVIRON, N.; PERES, G.; EDEN, M.; REVALIER, A.; VIEUBLÉ-GONOD, L.; HOUOT, S. Multi-criteria indices to evaluate the effects of repeated organic amendment applications on soil and crop quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 232, p. 165-178, 2016.

OLIVEIRA, Maria. J. G. S. O. MEIO AMBIENTE E ECODESENVOLVIMENTO RURAL: O impacto do desenvolvimento rural sobre o meio ambiente. In: Anais do **V Simpósio sobre Reforma Agrária e Questões Rurais**, Araraquara, SP, 23 a 25 de agosto de 2012.

PRADO, J.C.S.; COUTINHO, M.G.S.; NEVES, A.M.; SILVA, L.C.; FONTENELLE, R.O.S. Avaliação microbiológica e parasitológica da água proveniente de chuvas armazenadas em cisternas localizadas em uma zona rural do município de Santana do Acaraú, CE. **Rev. UNINGÁ**, Maringá, v. 56, n. 3, p. 141-150, jul./set. 2019.

PERAZZOLI, M.; KUNZE, M.A.B. Gestão ambiental aplicada em uma propriedade rural com atividade de bovinocultura de corte. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 7, n. 4, p. 704-717, out/dez. 2018.

REMPEL, C.; et al. Proposta Metodológica de Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Propriedades Produtoras de Leite. Santa Cruz do Sul: **TECNOLÓGICA**, v. 16, n. 1, p. 48-55, jan./jun. 2012.

RIBEIRO-SILVA, S., MEDEIROS, M., GOMES, B., SILVA, M. Angiosperms from the Araripe National Forest, Ceará, Brazil. **Check List** 8, 744–751, 2012.

RODRIGUES, G.S. Indicadores de sustentabilidade, avaliação de impactos e gestão ambiental de atividades rurais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 252, p. 80-89, Set./out 2009.

ROSS, J. L, S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento. São Paulo: Oficina de tex-to, 2009.

ROVERSI, C.A. **Destinação dos resíduos sólidos no meio rural**. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SILVA, R. A.; FELIX, K.K.F.; SOUZA, M.J.J.B.; SIQUEIRA, E.S. A gestão dos resíduos sólidos no meio rural: o estudo de um assentamento da região nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica Gestão e Sociedade**, v. 8, n. 20, 2014.

SILVA, C.J.G.; SILVA, S.G.; RIBEIRO, S.C. Processos erosivos decorrentes da mudança do uso do solo no bairro Belmonte em Crato-CE. *In*: **Anais do XII Sinageo**. Crato/Ceará. 2018. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/>. Acesso em: 16 jul 2020.

SMITH, G; NANDWANI, D.; KANKARLA, V.. Facilitating resilient rural-to-urban sustainable agriculture and rural communities, **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2016.1240723>. Acesso em: 13 dez. 2019.

SOUSA, A.B.; COSTA, C.T.F.; FIRMINO, P.R.A.; BATISTA, V.S. Tecnologias sociais de convivência com o semiárido na região do cariri cearense. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 197-220, maio/ago. 2017.

TEIXEIRA, N.F.F.; SILVA, E.V.; FARIAS, J.F. Geoecologia das paisagens e planejamento ambiental: discussão teórica e metodológica para a análise ambiental. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**. Macapá, n. 9, p. 147-158, 2017.

TROMBETA, L. R; LEAL, A. C.. Planejamento ambiental e geoecologia das paisagens: contribuições para a bacia hidrográfica do córrego Guaiçarinha, município de Álvares Machado, São Paulo, Brasil. **Revista Formação (ONLINE)**, v. 3; n. 23, Mai-ago., 2016.

VILLWOCK, F.H.; CRISPIM, J.Q. Qualidade da água das nascentes para consumo no Assentamento Muquidão na bacia do rio muquidão no município de Iretama – PR. **Revista Educação Ambiental em Ação**, n. 56, ano, XV, junho-ago. 2016.

## SOBRE OS AUTORES

**Anny Kariny Feitosa** é pós-doutora pela Universidade Federal do Cariri - UFCA, no âmbito do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável Proder/UFCA. Pós-doutora pela Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento (DAO/UA, Portugal), no Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia do Ambiente. Doutora em Ambiente e Desenvolvimento (Univates). É mestre em Economia (Universidade Federal do Ceará, UFC). Mestre em Direção Estratégica (Universidad de León, Espanha). Possui especializações Lato Sensu relacionadas às áreas de: Educação, Gestão e Meio Ambiente. É bacharel em Economia (Universidade Regional do Cariri, URCA). Docente no Instituto Federal do Ceará - IFCE. É líder do Grupo de Pesquisa Gestão, Meio Ambiente e Sustentabilidade (GEMAS), do IFCE.

**Carlos Wagner Oliveira** possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Ceará (1994), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (1997) e doutorado em Biosystems Engineering - University of Tennessee (2003). Atualmente é professor da Universidade Federal do Cariri. Atua no Curso de Agronomia e no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável. É líder do grupo de pesquisa e extensão Laboratório Estatística Modelagem e Geoprocessamento (LEMGE). Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Sensoriamento Remoto, Irrigação e Drenagem, atuando principalmente nos seguintes temas: manejo de água e solo, sensoriamento remoto, uso e ocupação, consumo de água e evapotranspiração.

