

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
MESTRADO EM ECONOMIA RURAL**

EVERTON NOGUEIRA SILVA

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO APÍCOLA
DOS MUNICÍPIOS DE TABULEIRO DO NORTE E LIMOEIRO DO
NORTE: UM ESTUDO DE CASO**

FORTALEZA

2011

EVERTON NOGUEIRA SILVA

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO APÍCOLA
DOS MUNICÍPIOS DE TABULEIRO DO NORTE E LIMOEIRO DO
NORTE: UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação submetida à Coordenação
do Curso de Mestrado em Economia
Rural, da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre.

Orientador:
Prof. Ph.D Ruben Dario Mayorga

FORTALEZA

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- S579a Silva, Everton Nogueira.
Análise da produção e comercialização apícola dos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte : um estudo de caso. – 2011.
149 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2011.
Área de Concentração: Economia Rural.
Orientação: Prof. Dr. Ruben Dario Mayorga.
1. Apicultura. 2. Abelha - Produtos. 3. Mel – Comercialização. I. Título.

CDD 638.1

EVERTON NOGUEIRA SILVA

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO APÍCOLA
DOS MUNICÍPIOS DE TABULEIRO DO NORTE E LIMOEIRO DO
NORTE: UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Mestrado em Economia Rural,
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre.

Aprovada em ____/ ____/ ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ph.D Ruben Dario Mayorga Mera (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Ph.D Ahmad Saeed Khan (Examinador Interno)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof.^a Dr.^a Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima (Examinadora Interna)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr.^o Renato Manzini Bonfim (Examinador Externo)
EMBRAPA – Agroindústria Tropical

Aos meus pais José e Iracema que
sempre me apoiaram em meus
estudos e conquistas pessoais,
incondicionalmente.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Deus que está presente sempre nos momentos alegres e tristes de nossas vidas, nos dando sempre luz, fé e proteção.

Aos meus queridos pais José e Iracema pelo seu carinho, amor e dedicação dados a mim e ao meu irmão.

Ao meu querido irmão Henrique, companheiro e incentivador da minha vida acadêmica.

As minhas tias Elisa e Verônica que são muito especiais para mim.

A minha querida Avó Terezinha que durante toda a sua vida foi um exemplo de amor para mim e para todos que conviveram com ela.

A minha doce e querida Aline Kelly que tem sido sempre uma grande incentivadora dos meus projetos de vida.

Ao CNPQ que foi a principal entidade financiadora para a realização e condução deste estudo.

Aos professores do Mestrado Acadêmico em Economia Rural (MAER) por todo conhecimento adquirido.

Ao professor Ruben Dario Mayorga Mera meu orientador e amigo durante todo o processo de realização desta dissertação de mestrado.

Aos professores Saeed e Patricia e ao Dr. Renato Manzini que através de suas ideias e sugestões irão agregar valores ainda maiores a este trabalho.

Aos amigos apicultores de ambos os municípios avaliados, em especial os senhores: Gilvanny, Jean e Romireu que muito me auxiliaram na condução desta pesquisa.

Aos meus amigos (a): Alice, Andréia, Gilney, Júlio, Karine, Karen, Kátia, Luis, Marcelo, Marcos e Samíria pelo companheirismo e amizade em todas as etapas em que estivemos juntos no Mestrado Acadêmico em Economia Rural (MAER).

RESUMO

Será que o conhecimento da estrutura da atividade apícola dos municípios de Limoeiro e Tabuleiro do Norte, em termos da produção comercialização e organização das associações pode contribuir positivamente no desempenho dessa atividade na região do Baixo Jaguaribe? O presente estudo tem por finalidade avaliar a produção, comercialização e organização das principais associações dos apicultores nos municípios de Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte. Para a realização da presente pesquisa se aplicaram questionários e utilizou-se o método de regressão linear. A apicultura apresenta-se como uma atividade agropecuária secundária inserida no contexto da agricultura familiar, gerando entorno de dois empregos diretos durante a quadra invernosa em cada núcleo familiar para ambos os municípios avaliados. A experiência no trabalho apícola aparece com um fator positivo nos processos produtivos e comerciais. Dada a distância existente das áreas de produção do mel na zona rural à sede dos seus respectivos municípios surge a figura do comerciante ou atravessador para escoar a produção. Os apicultores de ambos os municípios vendem o mel para comerciantes, empresas ou associações que ofereçam o melhor preço de mercado. Ambos os municípios apresentaram bons índices relacionados ao acesso aos serviços públicos básicos de água, energia elétrica e saneamento básico como suporte aos bons níveis produtivos de mel existente. Os modelos de regressão utilizados mostraram que a interação do número de colmeias e as normas implementadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento são as variáveis mais importantes na variação da produção do mel. Outra característica que se apresenta como fator positivo e estimulante nos processos produtivos e comerciais é o fato de a grande maioria dos produtores serem proprietários da terra que trabalha. Com relação à gestão e organização das associações, Associação de Apicultores de Tabuleiro do Norte mostrou-se mais influente entre seus associados dando um maior suporte em termos comerciais e técnicos do que Associação de Apicultores de Limoeiro do Norte.

Palavras-chave: apicultores, produção, comercialização, Limoeiro e Tabuleiro do Norte.

ABSTRACT

Does the knowledge of the structure of beekeeping in the municipalities of Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte, in terms of production and marketing, organization of associations, can contribute positively on the performance of such activity in the Lower Jaguaribe Region? The present study aims to assess the production, marketing and organization of the main associations of beekeepers in the municipalities of Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte. For the realization of this research were administered questionnaires and used the linear regression method. Beekeeping is presented as a secondary agricultural activity into the context of family farming, generating around two direct jobs during the winters in each family evaluated for both municipalities. The experience of working bee appears with a positive factor in the production and commercial processes. Given the distance from areas of honey production in rural areas to their respective municipalities appears the figure of the merchant or middleman to flow off the production. Beekeepers from both municipalities sell the honey to traders, companies or associations that offer the best market price. Both municipalities had good rates related to access to basic public services of water, electricity and sanitation and to support good existing levels of production of honey. The regression models used showed that the interaction of the number of beehives and the rules implemented by the Ministry of Agriculture, Livestock and Provision are the most important variables in the variation of honey production. Another feature that presents itself as a positive and stimulating the production and commercial processes is the fact that the vast majority of farmers owning the land they work. With respect to management and organization of associations, Beekeepers Association of Tabuleiro do Norte was more influential among its members by giving greater support in terms of business and technical than the Beekeepers Association of Limoeiro do Norte.

Keywords: beekeepers, production, marketing, Limoeiro e Tabuleiro do Norte

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Hipóteses.....	21
1.2 Objetivos.....	21
• Objetivo Geral	21
• Objetivos Específicos.....	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 O Processo de Comercialização.....	22
2.2 O Papel do Cooperativismo e Associativismo na Comercialização Agrícola....	23
2.3 Caracterização Geral da Apicultura no Brasil.....	25
2.3.1 <i>Apicultura Brasileira.....</i>	<i>25</i>
2.3.2 <i>Apicultura no Nordeste.....</i>	<i>27</i>
2.3.3 <i>Apicultura no Ceará.....</i>	<i>29</i>
2.4 Tecnologia de Pós-colheita e a Legislação do MAPA para Exportação de Mel para os Mercados Europeu e Americano	30
2.4.1 <i>Tecnologia de Pós-colheita</i>	<i>30</i>
2.4.2 <i>Legislação do MAPA para a exportação do mel.....</i>	<i>31</i>
3. MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1 Área Geográfica de Estudo.....	37
3.1.1 <i>A Mesorregião Jaguaribana.....</i>	<i>37</i>
• <i>O Município de Limoeiro do Norte</i>	<i>39</i>
• <i>O Município de Tabuleiro do Norte</i>	<i>41</i>
3.2 Levantamento dos Dados	43
• <i>Dados Primários</i>	<i>43</i>
• <i>Dados Secundários.....</i>	<i>43</i>
3.3 Tamanho da Amostra.....	44
3.4 Métodos de Abordagem	45
3.5 Técnicas de Pesquisa	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 Caracterização Social e Econômica dos Apicultores.....	53
4.1.1 <i>Número de agricultores familiares que são apicultores</i>	<i>53</i>
4.1.2 <i>Idade do apicultor</i>	<i>54</i>
4.1.3 <i>Tempo de experiência com a atividade apícola</i>	<i>55</i>
4.1.4 <i>Escolaridade.....</i>	<i>55</i>
4.1.5 <i>Local de moradia.....</i>	<i>56</i>

4.1.6 Meios de transporte	58
4.1.7 Acesso a serviços públicos básicos	59
4.1.8 Acesso a terra	62
4.1.9 Atividades extras	62
4.1.10 Apicultura como atividade principal ou secundária	64
4.2 Modelos de Regressão da Produção Anual de Mel.....	64
4.2.1 Modelo de regressão não-linear (log-log) simples	65
4.2.2 Modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo	70
4.3 Caracterização da Comercialização Apícola	76
4.4 Descrição das Associações de Apicultores dos Municípios de Tabuleiro e Limoeiro do Norte	83
4.4.1 Associação de Apicultores de Tabuleiro do Norte	83
4.4.2 Associação de Apicultores de Limoeiro do Norte	86
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS ...	88
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
APÊNDICE A – MODELOS DE REGRESSÃO.....	94
A. Modelo de regressão linear simples.....	95
B. Modelo de regressão linear múltiplo (com intercepto).....	97
C. Modelo de regressão linear múltiplo (sem intercepto)	100
D. Modelo de regressão linear múltiplo considerando a heterocedasticidade.....	106
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AO APICULTOR	114
ANEXOS	121
ANEXO 1: MODELO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA (MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS)	122
I. Estimação da Variância σ^2 dos Resíduos	125
II. Propriedades Amostrais do Estimador de Mínimos Quadrados.....	125
III. Variâncias e Covariâncias dos Estimadores de Mínimos Quadrados.....	126
IV. Propriedades dos Estimadores de Mínimos Quadrados	128
V. Medindo a Qualidade do Ajustamento	129
VI. Teste da Significância de um Modelo.....	131
VII. Estimação de Intervalos de Confiança dos Coeficientes.....	132
VIII. Teste da Significância de um Coeficiente Único	133
IX. Relação entre Testes Conjuntos e Testes Individuais.....	134
X. Colinearidade entre Variáveis Explicativas.....	134
XI. Predição do Modelo de Regressão	137
ANEXO 2: VARIÁVEIS BINÁRIAS (VARIÁVEIS DUMMY).....	138

ANEXO 3: HETEROCEDASTICIDADE DOS RESÍDUOS - DETECÇÃO E REGRESSÃO	142
ANEXO 4: FORMAS FUNCIONAIS NÃO LINEARES	146
ANEXO 5: MÉTODO DE SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS.....	149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O processo de comercialização agrícola.	23
Figura 2 – Exportações brasileiras de mel entre 2000 e 2010.	26
Figura 3 – Localização geográfica do município de Limoeiro do Norte.....	40
Figura 4 – Localização geográfica do município de Tabuleiro do Norte.....	42
Figura 5 – Fluxograma da calibração dos modelos de regressão.	48
Figura 6 – Número de apicultores existentes em cada núcleo familiar.	54
Figura 7 – Idade dos apicultores.....	54
Figura 8 – Anos de experiência dos apicultores dos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte.	55
Figura 9 – Grau de instrução dos apicultores.	56
Figura 10 – Local de moradia dos apicultores.....	57
Figura 11 – Distância das propriedades agrícolas as suas respectivas sedes municipais.	58
Figura 12 – Meios de locomoção mais utilizados pelos apicultores.	59
Figura 13 – Formas de acesso à água.	60
Figura 14 – Forma de iluminação.....	61
Figura 15 – Destino do esgoto.....	61
Figura 16 – Acesso do apicultor a terra.....	62
Figura 17 – Atividades extras desempenhadas pelos apicultores.....	63
Figura 18 – Atividade apícola como principal ou secundária.	64
Figura 19 – Análise dos resíduos quanto à normalidade (regressão não linear simples).	68
Figura 20 – Resíduos padronizados <i>versus</i> valor predito padronizado (regressão não linear simples).	69
Figura 21 – Análise dos resíduos quanto à normalidade (regressão não linear múltiplo – log-log).	74
Figura 22 – Resíduos padronizados <i>versus</i> valor predito padronizado (regressão não linear múltiplo – log-log).....	75
Figura 23 – Descrição da casa de mel.	77
Figura 24 – Fluxograma do percentual comercializado e vias de comercialização do mel realizado no município de Tabuleiro do Norte-CE.	78
Figura 25 – Fluxograma do percentual comercializado e vias de comercialização do mel realizado no município de Limoeiro do Norte-CE.	79

Figura 26 – Comercialização individual dentro do município.	81
Figura 27 – Principal parâmetro de escolha para se comercializar mel de abelha.	82
Figura 28 – Preço de vendo do mel (2009).	83
Figura 29 – Diagrama de dispersão entre produção anual de mel e número de colmeias existentes.	95
Figura 30 – Análise dos resíduos quanto à normalidade (regressão linear múltipla sem intercepto).	104
Figura 31 – Resíduos padronizados <i>versus</i> valor predito padronizado (regressão linear múltipla sem intercepto).	105
Figura 32 – Quadrado dos resíduos <i>versus</i> número de colméias (modelo de regressão múltiplo sem intercepto).	107
Figura 33 – Análise dos resíduos quanto à normalidade (regressão linear múltipla transformada).	112
Figura 34 – Resíduos padronizados <i>versus</i> valor predito padronizado (regressão linear múltipla transformada)	113
Figura 35 – Diagrama dos resíduos padronizados <i>versus</i> valores preditos padronizados.	143
Figura 36 – Curvas típicas de modelos não lineares.	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade e valores exportados pelos principais estados brasileiros produtores de mel em 2010.	25
Tabela 2 – Exportações brasileiras e os principais estados nordestinos exportadores de mel em 2010.	28
Tabela 3 – Participação da produção e rentabilidade do mel de abelha do Ceará (2005/2010).	30
Tabela 4 – Principais municípios produtores de mel do baixo Jaguaribe cearense.....	38
Tabela 5 – Caracterização natural e climática do município de Limoeiro do Norte.	41
Tabela 6 – Caracterização natural e climática do município de Tabuleiro do Norte.	43
Tabela 7 – Sumário do modelo da regressão não linear simples (log-log).....	66
Tabela 8 – Análise de variância da regressão não linear simples (log-log).	66
Tabela 9 – Coeficientes do modelo de regressão não linear simples (log-log).	66
Tabela 10 – Variáveis excluídas do modelo de regressão não linear simples (log-log). 67	
Tabela 11 – Teste de homocedasticidade de Goldfeld-Quandt (regressão não linear simples).....	70
Tabela 12 – Sumário do modelo da regressão não linear múltipla (log-log).	71
Tabela 13 – Análise de variância da regressão não linear múltiplo (log-log).	71
Tabela 14 – Coeficientes do modelo de regressão não linear múltiplo (log-log).....	72
Tabela 15 – Teste de homocedasticidade de Goldfeld-Quandt (regressão não linear múltipla).	76
Tabela 16 – Sumário do modelo (regressão linear simples).....	96
Tabela 17 – Análise de variância (regressão linear simples).....	96
Tabela 18 – Coeficientes do modelo de regressão (regressão linear simples).	97
Tabela 19 – Sumário do modelo (regressão linear múltipla – com intercepto).....	98
Tabela 20 – Análise de variância (regressão linear múltipla – com intercepto).....	99
Tabela 21 – Coeficientes do modelo de regressão (regressão linear múltipla – com intercepto).....	100
Tabela 22 – Sumário do modelo (regressão linear múltipla – sem intercepto).	101
Tabela 23 – Análise de variância (regressão linear múltipla – sem intercepto).	102
Tabela 24 – Coeficientes do modelo de regressão (regressão linear múltipla – sem intercepto).....	102
Tabela 25 – Teste de homocedasticidade de Goldfeld-Quandt (regressão linear múltipla sem intercepto).	106

Tabela 26 – Sumário do modelo da regressão linear múltipla (transformado).	108
Tabela 27 – Análise de variância da regressão linear múltipla (transformado).	109
Tabela 28 – Coeficientes do modelo de regressão linear múltipla (transformado).	110
Tabela 29 – Variáveis excluídas do modelo de regressão linear múltipla (transformado).	110
Tabela 30 – Teste de homocedasticidade de Goldfeld-Quandt (regressão linear múltipla transformada).....	113
Tabela 31 – Modelos estatísticos não lineares aplicados em estudos econométricos. .	146

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste Brasileiro oferece favoráveis condições de clima e vegetação no bioma caatinga para a produção de mel de abelha. As floradas do referido bioma, além de serem apreciadas pelas abelhas, permitem a produção de um tipo de mel preferido pelos consumidores devido ao seu sabor e aroma diferenciados.

Até pouco tempo atrás (cerca de dez anos), o pequeno produtor rural não tinha conhecimento de quais procedimentos e equipamentos poderiam ser adotados para se manter a qualidade do mel com relação à higiene durante e após a sua colheita. Dessa forma, o mel era coletado sem quaisquer procedimentos de higiene que atestassem sua sanidade. Os produtores rurais realizavam a coleta espremida do mel, se caracterizando por uma exploração extrativista que consistia em se localizar uma colmeia, extrair o mel espremendo na mão os favos (em ambiente aberto no meio da mata) e armazenar o mel coletado em garrafas de vidro com rolha de cortiça. Com o uso desta técnica, fica evidente uma exploração do tipo extrativista em que não há nenhuma técnica de manejo que vise à manutenção das abelhas no meio ambiente, pois para se coletar o mel era necessário exterminar os enxames.

Por conta do método extrativista citado no parágrafo anterior, os coletores de mel na mata não podem ser classificados como apicultores, uma vez que o apicultor conserva e mantém os enxames em ambiente favorável utilizando diferentes técnicas e formas de manejo.

A apicultura é uma atividade agropecuária que, em função de sua própria natureza, está intimamente relacionada com o equilíbrio entre meio ambiente, homem e economia. Esta atividade está fundamentada em tripé de sustentabilidade envolvendo os fatores social, econômico e ambiental.

O benefício social da apicultura está inserido dentro das perspectivas da agricultura familiar. Com poucos recursos financeiros pode-se mobilizar uma comunidade para o desenvolvimento da atividade apícola dentro de uma pequena propriedade rural (SEBRAE, 2009). Uma vez que a cadeia produtiva do mel se fixe nesta comunidade rural, diminui o êxodo rural para os grandes centros em função da geração de empregos no campo.

Os benefícios econômicos podem ser explicados sob uma perspectiva cronológica de desenvolvimento da cadeia produtiva dos pequenos produtores rurais. A

atividade apícola desenvolvida por pequenas comunidades é tida, inicialmente, como uma atividade secundária. Sabe-se que o agricultor familiar do semiárido nordestino tem como atividades básicas os plantios de subsistência de arroz, milho, feijão e mandioca, bem como em pecuária constituída pela criação de aves, ovinos e caprinos (ANJOS, 2007). Na agricultura e pecuária de subsistência existe apenas a preocupação em se produzir o essencial para que haja a sobrevivência da família. Este fator se relaciona principalmente às condições climáticas apresentadas no bioma caatinga (baixos índices pluviométricos ao longo do ano) fazendo com que não haja um excedente produtivo para que se tenham relações comerciais de compra e venda. Diante deste cenário, a apicultura apresenta-se como alternativa econômica viável em que todo o mel produzido é comercializado e não consumido pela família do apicultor. À medida que o produtor rural tem a percepção de que a apicultura pode resultar em renda extra, a agricultura de subsistência, que anteriormente era a atividade principal dentro da propriedade, torna-se uma atividade secundária em favor do aumento de investimentos e produção da atividade apícola.

Com relação ao fator ambiental, para que a atividade apícola apresente níveis produtivos satisfatórios e mel de qualidade é essencial que haja a conservação da vegetação nativa (SILVA, 2007). O fator ambiental é de grande relevância para o meio rural, uma vez que na maioria das atividades agropecuárias há potenciais níveis de degradação em maior ou menor grau, dependendo do bioma ao qual estão inseridas e das formas de manejo que são realizadas nos anos que se seguem. A apicultura, por sua vez, desperta interesse por conhecimento de técnicas que visem à preservação do meio ambiente. Os agricultores que se tornam apicultores passam a perceber que não possuem pleno domínio sobre a natureza, e sim que fazem parte de um sistema complexo, dinâmico e interdependente de elementos constituintes um agroecossistema em sua propriedade (SIFUENTES 2004). Segundo Conway (1987), o agroecossistema visa à produção de alimentos, fibra ou outro produto agrícola onde se leva em consideração a interação do modo de produção com os fenômenos bióticos e abióticos existentes no meio ambiente.

O mel é o principal produto da atividade apícola, sendo de mais fácil exploração e comercialização em relação à própolis, pólen e cera, que são outros produtos gerados desta atividade. Além de o mel ser utilizado como fonte de alimento, ele tem também propriedades terapêuticas específicas que são aproveitadas em outros

segmentos e atividades comerciais como, por exemplo, pelas indústrias de cosméticos e farmacêutica, resultando em demanda de mel nos mercados nacional e internacional.

A apicultura brasileira como atividade exportadora é recente, uma vez que ingressou no mercado externo somente na última década. Até então, o mel brasileiro era comercializado somente no mercado interno. O Brasil se destaca dos seus concorrentes internacionais por apresentar uma grande biodiversidade de flora, clima favorável, rusticidade das abelhas e enorme disponibilidade de mão de obra e tecnologia acessível (SEBRAE, 2006).

A atividade apícola apresenta um mercado rentável e promissor despertando um crescente interesse dos produtores rurais. A apicultura bem como outras atividades agropecuárias tais como a piscicultura e floricultura - que em um passado recente eram encaradas apenas como atividades secundárias -, vem se tornando atividades rentáveis economicamente assumindo papel de destaque na redução da pobreza e no desenvolvimento rural (SILVA, 1996).

Na medida em que aumentou o interesse pelo mel brasileiro no mercado internacional, as empresas e instituições ligadas ao setor agropecuário observaram que para atender esta crescente demanda se fazia necessária a profissionalização do pequeno apicultor; o que foi realizado através de incentivos financeiros e capacitação que levariam ao aprimoramento da forma de manejar seus apiários, elevando assim sua produção nacional. Com a entrada do mel brasileiro no mercado internacional houve mudanças em toda a cadeia produtiva apícola brasileira, merecendo destaque a busca por qualidade ligada principalmente à segurança do alimento.

Entre os meses de janeiro a dezembro de 2009, por exemplo, foram exportados 23 mil toneladas de mel, o que correspondem a US\$ 54 milhões, demonstrando que a apicultura tornou-se uma atividade promissora e rentável ao agronegócio brasileiro. Os principais destinos do mel brasileiro são: Estados Unidos, Alemanha e Reino Unido, sendo estes três responsáveis pela aquisição de 88,12% das exportações nacionais. (IBGE, 2009).

Dentre as regiões brasileiras com grande potencial apícola destaca-se a região Nordeste, por possuir floradas características das espécies vegetais do bioma caatinga (jitéirana branca, vassourinha de botão, marmeleiro, cipó-uva dentre outros) que são bastante apreciadas pelas abelhas. O néctar coletado leva à produção de um mel com sabores e aromas peculiares que são apreciados pelo mercado internacional e que fazem com que os apicultores tenham uma colheita de um mel diversificado e de qualidade

com bons níveis produtivos. Cerca de 40% de todo mel brasileiro é produzido na região Nordeste merecendo destaque os estados do Piauí e Ceará, como primeiro e segundo lugares respectivamente em produção e exportação nordestina de mel. (IBGE, 2010).

O resultado do bom desempenho do mel produzido no Ceará em termos de exportação se dá devido a uma maior profissionalização da cadeia produtiva apícola nos últimos dez anos (SEBRAE, 2007). O apicultor cearense teve que se adequar as exigências do mercado internacional com relação à qualidade do mel.

Podemos destacar que a região do Baixo Jaguaribe apresenta excelentes níveis produtivos e mercadológicos para a apicultura cearense apresentando boa aptidão apícola devido à vegetação existente e condições climáticas favoráveis. Segundo IBGE (2008), devemos destacar os dois principais municípios produtores de mel do Baixo Jaguaribe: Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte com 550 e 380 toneladas de mel respectivamente, produzidas em 2008. Perfazendo os demais municípios produtores de mel do Baixo Jaguaribe, também merecem destaque os municípios de Alto Santo e Morado Nova, cada um produzindo 300 toneladas de mel em 2008 (IBGE, 2008).

Porém, muitos dos municípios produtores de mel do Baixo Jaguaribe ainda não apresentam condições adequadas para o pleno processo de produção e comercialização que atendam a todas as normas e exigências nacionais e internacionais com relação à sanidade e qualidade do mel. Para se adequarem aos padrões exigidos de qualidade e sanidade, os apicultores devem construir Casas de Mel que sigam a um padrão de layout pré-estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, porém, há escassez de recursos financeiros para tal finalidade).

Sob a ótica investigativa, este trabalho será realizado nos municípios de Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte por serem municípios líderes na produção de mel na região do Baixo Jaguaribe; e serem, além disso, territorialmente vizinhos, o que indica que podem fazer parte da mesma população, e por apresentarem os maiores níveis produtivos de mel da região do Baixo Jaguaribe.

Portanto, se reveste da maior relevância o conhecimento da estrutura produtiva, comercial e organizacional do mel produzido em Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte servindo de guia para outros municípios do Baixo Jaguaribe na compreensão das condições necessárias a serem seguidas para obter os certificados de garantia do mel produzido. O conhecimento de tais informações poderá ser instrumental na busca de melhorias no desempenho da atividade apícola em toda região do Baixo Jaguaribe.

1.1 Hipóteses

- Os municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte são independentes de um polo produtivo e comercial apícola, estando ambos capacitados a comercializar o mel diretamente com seus principais demandantes nacionais e internacionais.
- Todos os agentes envolvidos na atividade apícola dos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte, apicultores e associações tem limitações ao acesso a informações sobre o mercado apícola.

1.2 Objetivos

- Objetivo Geral

Avaliar a produção, comercialização e organização das principais associações de produtores de mel nos municípios de Limoeiro e Tabuleiro do Norte.

- Objetivos Específicos

- a) Realizar um estudo descritivo do perfil social e econômico dos apicultores;
- b) Avaliar a infraestrutura disponível e as adequações da cadeia produtiva do mel em ambos os municípios em relação à manutenção da qualidade do mel e ao cumprimento das normas pré-estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA);
- c) Estimar um modelo de regressão que explique a produção anual de mel de ambos os municípios a partir de variáveis de infraestrutura e condição socioeconômica do apicultor;
- d) Descrever o fluxo de comercialização do mel nos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte;
- e) Descrever a estrutura de gerenciamento das associações existentes em ambos os municípios.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Processo de Comercialização

A comercialização pode ser conceituada como “um conjunto de atividades realizadas por instituições que se acham empenhadas na transferência de bens e serviços desde o ponto de produção inicial até que eles atinjam o consumidor final” (Piza & Welsh, 1968).

Durante o processo de comercialização, há uma série de modificações que ocorrem nos bens desde o produtor até o consumidor final mediante utilização de recursos produtivos, capital e trabalho que atuam sobre a matéria-prima agrícola ocorrendo alterações de forma, tempo e espaço. A forma é alterada através do processamento do produto agrícola, já o tempo e o espaço estão diretamente relacionados aos serviços de armazenamento e transporte para que o produto chegue ao consumidor final na sua forma ideal (BARROS, 2006).

A comercialização existe dentro de um conceito de mercado que envolve diferentes agentes econômicos seguindo o fluxo produtor-atacadista-varejista-consumidor final. Segundo Piza e Welsh (1968), o fluxo das mercadorias tende a passar por três fases conforme esquematizado na Figura 1: concentração (mercados atacadistas regionais), equilíbrio (grandes atacadistas) e dispersão (varejistas). A concentração ocorre nos vários mercados atacadistas regionais que absorvem e estocam grande parte dos vários produtos agropecuários (ex. cooperativas de soja). Em seguida há o equilíbrio dentro do mercado central (grandes atacadistas) que absorvem as mercadorias dos diferentes mercados atacadistas regionais havendo o balanceamento entre a demanda e a oferta. A produção é estocada e distribuída de modo a satisfazer as necessidades dos consumidores que são representados pela dispersão que ocorre no mercado varejista. Os varejistas são responsáveis por fornecerem as quantidades necessárias para atender de forma satisfatória a cesta de bens de seus clientes. Durante este fluxo há a participação de um grande número de intermediários que se especializam nas funções relacionadas à compra e venda das diferentes mercadorias.

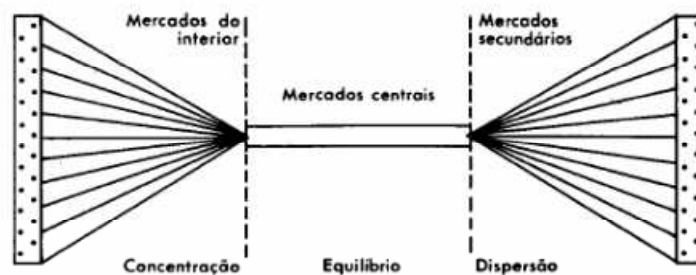


Figura 1 – O processo de comercialização agrícola.
 Fonte: PIZA e WELSH (1968)

A demanda individual geralmente não consegue absorver a oferta total de um gênero disponível em um mercado produtor como o agropecuário, havendo a necessidade da atuação dos atacadistas e varejistas para que haja o fluxo das mercadorias. Cabe a eles encontrarem a melhor época e público para realizar as transações comerciais tendo como missão levar um determinado produto a cesta das famílias com qualidade e no tempo adequado maximizando três vertentes: a satisfação do consumidor, seus respectivos lucros e os lucros dos produtores rurais (BARROS, 2006).

2.2 O Papel do Cooperativismo e Associativismo na Comercialização Agrícola

Segundo Barros (2006), existem casos em que os próprios produtores realizam parte da atividade de comercialização quando se organizam em associações ou cooperativas buscando ganhar eficiência técnica e econômica visando aumentar o poder de barganha no mercado em que atuam, realizando o papel de intermediários e atacadistas. Os produtores rurais organizados sob a concepção do bem estar coletivo excluem a individualização produtiva e/ou comercial havendo a coletividade nos interesses sob a concepção em que muitos trabalham em função de objetivos comuns (SOUZA, 1995).

O conceito de cooperação pode ser definido como:

A forma de trabalho em que muitos trabalham planejadamente lado a lado e conjuntamente no mesmo processo de produção ou em processos de produção diferentes, mas conexos, denomina-se cooperação. Karl Marx.

Bialoskorski Neto (2004) aponta que as cooperativas e associações que se formam com um forte sentimento de coalizão de interesses em um mesmo grupo ético,

solidário e voluntário sob um código de ética estabelecido, crescem economicamente impulsionadas pelo mercado e pela necessidade de geração de renda e riquezas, seguindo a lógica econômica da maximização de resultados.

As associações e cooperativas modificam as relações comerciais entre os produtores rurais associados e o mercado consumidor, no sentido em que há exclusão do papel do atravessador nas relações comerciais. Define-se como atravessador o agente particular ou nomeado por uma empresa que presta os serviços de coleta e transporte mediante a obtenção de lucros. Devemos destacar a função econômica do atravessador como prestador de serviço. Em muitas cadeias produtivas apresentam-se como o principal elo entre o produtor rural e os grandes atacadistas e/ou indústrias.

Segundo Pinho (1984), os termos cooperativismo e associativismo estão interligados sob conceitos e formas de gestão relacionadas como:

- a) Livre ingresso e saída, não existindo quaisquer restrições para participar como membro;
- b) Decisões tomadas em assembleias com representação democrática onde cada membro tem o direito de voto;
- c) Distribuição das sobras líquidas originárias das receitas menos os custos operacionais, onde cada membro recebe um valor dado o seu volume de participação nos negócios realizados;
- d) Os associados recebem um juro módico pelo capital investido na cooperativa;
- e) Visa-se promover a educação do associado.

O associativismo rural apresenta-se como alternativa que leva ao fortalecimento das diferentes cadeias produtivas agrícolas. O associado torna-se cada vez mais um empreendedor por perceber que sua atividade é fundamentalmente importante para ele e para a sociedade.

Diante de tais conceitos apresentados neste subitem, será posteriormente comentado o papel das cooperativas e das associações no processo de comercialização do mel assim como dos outros produtos advindos da apicultura como própolis, pólen e geleia real.

2.3 Caracterização Geral da Apicultura no Brasil

2.3.1 Apicultura Brasileira

O Brasil apresenta excelência na produção do mel em seus diversos biomas, sendo acompanhado pela comercialização que tem como foco a busca pelo mercado externo. O mel brasileiro é classificado como orgânico sendo bastante apreciado no mercado internacional, pois, as abelhas brasileiras produzem o mel a partir do néctar presente em floradas silvestres livres de quaisquer resíduos de antibióticos e/ou defensivos agrícolas, fato ocorrente principalmente no Nordeste brasileiro, (NETO & NETO, 2005). A quantidade comercializada com o mercado internacional no ano de 2010 exemplifica bem os rendimentos obtidos com a atividade apícola nos principais estados brasileiros produtores de mel natural, como mostra a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Quantidade e valores exportados pelos principais estados brasileiros produtores de mel em 2010.

Classificação	Estado	Valores (US\$)	Quantidade (kg)
1º	São Paulo	15.465.349	5.253.269
2º	Piauí	9.611.264	3.361.600
3º	Ceará	9.721.535	3.076.310
4º	Rio Grande do Sul	8.932.510	3.102.961
5º	Santa Catarina	4.215.346	1.406.160
6º	Rio Grande do Norte	1.840.338	722.301

Fonte: Ministério do Desenvolvimento – Sistema AliceWeb/Balança Comercial

Também merecem destaque dois acontecimentos relevantes que elevaram a demanda internacional pelo mel brasileiro: o primeiro está relacionado à contaminação dos meles chineses por antibióticos e o segundo ao processo movido pelos Estados Unidos contra a Argentina por causa da adoção em sua cadeia produtiva e mercadológica apícola de uma política de “dumping”, ambos os problemas no ano de 2004. Esses acontecimentos foram excludentes para a entrada dos meles dos seus respectivos países na comercialização internacional. Deve-se ressaltar que até o começo da última década, a Argentina e a China eram os principais países fornecedores de mel para o mercado mundial (SILVA, 2007). Podemos observar a evolução das exportações brasileiras do mel na última década como mostra a Figura 2 abaixo.

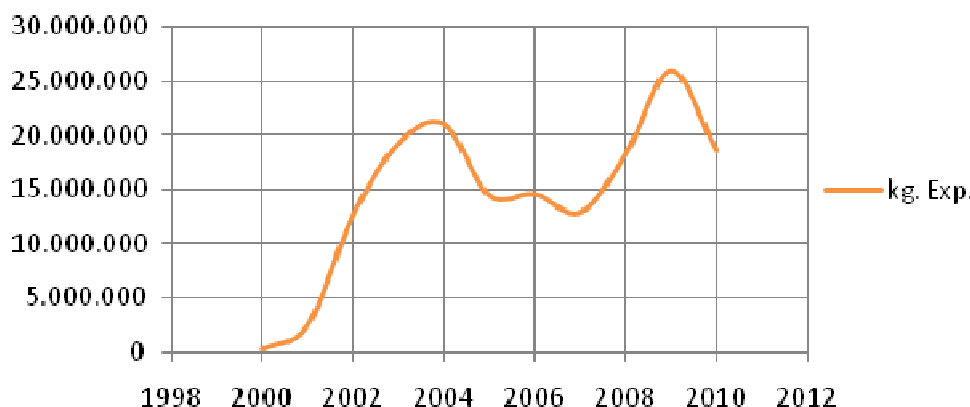


Figura 2 – Exportações brasileiras de mel entre 2000 e 2010.
 Fonte: Ministério do Desenvolvimento – Sistema AliceWeb/Balança Comercial (2010)

Verificando a Figura 2, observa-se que entre 2006 e 2008 houve um declínio das exportações brasileiras do mel. O declínio ocorreu por causa do embargo ao mel brasileiro realizado pela União Europeia (principal demandante). A União Europeia acusou o mercado apícola brasileiro de não possuir um controle eficiente que atestasse que o mel estava de fato livre de quaisquer resíduos químicos ou biológicos que pudessem causar danos à saúde ao ser consumido.

Com relação ao mercado interno há volumes inexpressíveis comercializados. São vários os motivos para o baixo consumo interno de mel. Alguns problemas na comercialização podem ser apontados: fornecedores vendendo mel adulterado, falta de qualidade do mel com relação à higiene, desconhecimento de alternativas de venda, falta de divulgação sobre o mel e principalmente falta de organização para atender mercados de grande porte (SILVA, 2007).

O consumo do mel no mercado interno está em torno de 60g habitante ao ano, se multiplicarmos pela população de 183.000.000 de habitantes, teremos o consumo nacional de apenas 10.980 t. de mel. Esse volume de mel corresponde a apenas 31,3% da produção nacional que está em torno de 35.000 t. (SEBRAE, 2009).

Situação diferente ocorre em outros países como Alemanha e Suíça que apresentam um consumo por habitante/ano 1,5kg em média, segundo estudos realizados pela FAO. Segundo Reis (2003) o baixo consumo do mel no mercado interno está associado a questões medicinais, não havendo o hábito de consumi-lo como parte da dieta alimentar.

A cadeia produtiva apícola brasileira hoje envolve mais de 350 mil apicultores distribuídos em milhares de associações espalhadas pelo território nacional gerando

cerca de 450 mil ocupações no meio rural e 16 mil empregos diretos no setor industrial (SEBRAE, 2010).

2.3.2 Apicultura no Nordeste

A atividade apícola no Nordeste teve um forte crescimento a partir da década de 1990, mas em alguns estados nordestinos o início se deu a partir dos anos 1970 como é o caso do Piauí com apicultores vindos principalmente do estado de São Paulo (VILELA 2000; PEREIRA 2003), havendo uma intensificação maior no aumento do número de apicultores a partir de 2001, quando houve um acréscimo de cerca de 50% do total de mel produzido.

Em cada família de apicultores existem 2,5 pessoas do núcleo familiar envolvidas diretamente com a atividade apícola. O número de colmeias utilizadas pelos apicultores encontra-se entre 10 e 2.000 colmeias, apresentando uma grande variação em determinadas regiões e estados nordestinos. Há uma estimativa média de 50 colmeias por apicultor caracterizando a apicultura nordestina como sendo uma atividade ligada diretamente ao núcleo familiar (NETO & NETO, 2006).

A produtividade do mel no Nordeste é dependente de três fatores: da florada que predomina no bioma caatinga, do clima semiárido e do sistema ou modo de produção. A caatinga é um termo de origem Tupi-Guarani e significa floresta branca, apresenta-se como um bioma exclusivamente brasileiro inserido dentro do clima semiárido que tem como característica poucos meses de chuvas que ocorrem de forma irregular.

A adaptação da vegetação presente na caatinga se dá principalmente pela perda de suas folhas onde são denominadas de plantas caducifólias. A caatinga ocupa 11% do território nacional (844.453 km²) sendo sua flora nativa constituída por 932 diferentes espécies vegetais (MMA, 2010). No Ceará, a caatinga ocupa 46% (68.459,77 km²) do território cearense (IPECE, 2010). Durante a quadra invernal nordestina que ocorre entre os meses de fevereiro até meados de junho-julho, a caatinga que estava totalmente branca no “verão” (ausência de chuvas) muda sua forma completamente, apresentando uma vegetação vigorosa onde o verde das folhas e o colorido das flores é predominante.

Estes meses são ideais para a exploração da caatinga de forma sustentável, sem desmatamento e/ou queimadas. Segundo ANJOS (2007), deve-se destacar que para a apicultura (atividade em que não há necessidade de realizar qualquer tipo de

procedimento extrativista e degradante ao meio ambiente) é o período em que se obtém a maior produtividade por colmeia havendo uma média de 30 kg de mel/colmeia/colheita. Geralmente o apicultor durante o período da floração realiza cerca de três a quatro colheitas em seu apiário.

Com relação ao sistema produtivo existem dois tipos: a apicultura fixa e a migratória. Na apicultura migratória a produtividade média fica em torno 45 kg/colmeia/ano, já para a apicultura fixa, a produtividade média fica em torno 25 kg/colmeia/ano. Cerca de 90% dos apicultores nordestinos realizam o sistema fixo de produção, 5% realizam a apicultura migratória e 5% a apicultura migratória e fixa.

As principais barreiras à atividade apícola nordestina são: limitação ao acesso às informações sobre o mercado apícola; dificuldades em termos de logística das colmeias e baixo contingente de instalações (casas de mel) adequadas que atendam a todas as normas do MAPA que são exigidas para que se possa realizar a comercialização via exportação (VILELA 2000; PEREIRA 2003). Mesmo com tais deficiências, os estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte são responsáveis por 38% do mel brasileiro exportado como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Exportações brasileiras e os principais estados nordestinos exportadores de mel em 2010.

Exportação brasileira de mel (kg)	Estados nordestinos que exportam mel	Quantidade exportada por estado (kg)	Participação percentual
18.632.149	Piauí	3.361.600	18,04
-	Ceará	3.076.310	16,50
-	Rio Grande do Norte	722.301	3,88

Fonte: Ministério do Desenvolvimento – Sistema AliceWeb/Balança Comercial

Em termos de associativismo, existe um vasto número de associações e cooperativas que foram criadas na última década. O crescimento do número de associações não ocorreu somente pela mobilização dos apicultores, algumas foram criadas para atender, inicialmente, as expectativas de alguns programas de entidades ligadas ao meio produtivo e comercial apícola. A exigência para a formação das associações tem por objetivo facilitar o trabalho das entidades facilitadoras como: Ministério do Meio Ambiente (MMA), EMATER, SEBRAE, SENAR, universidades, organizações governamentais e não governamentais, dentre outras (VILELA 2000; PEREIRA 2003).

A profissionalização dos apicultores nordestinos vem ocorrendo por intermédio de instituições como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequena Empresas (SEBRAE) e o Banco do Nordeste do Brasil (BNB). O SEBRAE teve um projeto específico para apicultura entre os anos de 2003 a 2007, o projeto APIS (Apicultura Integrada e Sustentável) que realizou ações direcionadas para melhorias técnicas e mercadológicas da cadeia produtiva apícola. As principais ações desenvolvidas pelo SEBRAE relacionadas ao projeto APIS foram: recursos destinados para a realização de estudos, pesquisas e diagnósticos; cursos de capacitação para técnicos, gerentes e apicultores; viagens de intercâmbio e participação em congressos (SILVA, 2007). Já o Banco do Nordeste vem atuando como agente de desenvolvimento do setor apícola, financiando a implantação de novas unidades produtivas assim como melhorias na infraestrutura e na compra de equipamentos (NETO & NETO, 2006).

Com relação à comercialização do mel no mercado interno, cerca de 60% dos apicultores do Nordeste comercializam o mel de forma direta sem atravessadores no mercado local em garrafas de um litro sem qualquer identificação e procedência, não agregando maior valor ao mel comercializado, mostrando a falta de profissionalização de alguns apicultores. Embalagens padronizadas e com rótulo dão uma maior confiabilidade ao mel produzido (SILVA, 2007).

Há necessidade de se avaliar as condições reais da apicultura nordestina no intuito de se ampliar esta atividade que é sustentável, economicamente viável e que fixa o homem no campo de forma digna.

2.3.3 Apicultura no Ceará

Até meados do ano 2000 o Ceará não apresentava dados sobre comercialização de mel de abelha. Os resultados positivos e crescentes da apicultura cearense na última década estão ligados às diversas ações conjuntas entre instituições governamentais e não governamentais, que formaram parcerias no intuito de capacitar os agricultores que estavam interessados em ingressar na atividade apícola.

A apicultura aos poucos se tornou uma atividade cada vez mais significativa no agronegócio cearense, contribuindo para o desenvolvimento de regiões de baixa renda. O aumento na produção e exportação do mel (**ver** Tabela 3) também é atribuído em grande parte aos incentivos financeiros. Podemos destacar o papel do Banco do

Nordeste do Brasil (BNB) que através do PRONAF (Programa Nacional da Agricultura Familiar) veio a financiar a implantação de novos apiários (MATOS, 2005).

Tabela 3 – Participação da produção e rentabilidade do mel de abelha do Ceará (2005/2010).

Ano	Quantidade (kg)			Valor (US\$)		
	Brasil	Ceará	% Ceará	Brasil	Ceará	% Ceará
2005	14.442.090	2.341.794	16,2%	18.940.333	3.442.270	18,2%
2006	14.599.908	2.723.024	18,7%	23.358.927	4.583.670	19,6%
2007	12.907.267	1.731.511	13,4%	21.194.121	3.223.657	15,2%
2008	18.271.294	2.570.273	14,1%	43.571.114	6.741.704	15,5%
2009	25.987.193	5.433.709	20,9%	65.791.416	14.371.747	21,8%
2010	18.632.149	3.076.310	16,5%	55.055.677	9.721.535	17,7%

Fonte: Ministério do Desenvolvimento – Sistema AliceWeb/Balança Comercial

Na apicultura cearense existem cerca de 5.000 pequenos apicultores que possuem um total de 300.000 colmeias, disseminados em 143 municípios cearenses sendo que 70% destes hoje se encontram associados nas mais de 70 associações de apicultores presentes no estado (IBGE, 2009).

2.4 Tecnologia de Pós-colheita e a Legislação do MAPA para Exportação de Mel para os Mercados Europeu e Americano

Serão apresentados, neste subitem, os procedimentos e normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no cumprimento aos critérios de qualidade e higiene exigidos pelo mercado internacional do mel.

2.4.1 Tecnologia de Pós-colheita

Para a pós-colheita do mel natural existem critérios e normas rígidas a serem seguidas, exigidas por legislações específicas e aplicadas por órgãos governamentais de fiscalização. Segundo MATOS (2005), o mel consumido de forma *in natura* deve seguir rigorosas normas de higiene durante os processos de manipulação e armazenagem. A qualidade está diretamente relacionada ao processo de higienização ocorrente no processo de manipulação do mel dentro das chamadas Casas de Mel. O processo de higienização é aplicado: nas vestimentas utilizadas no apiário; nas vestimentas e equipamentos utilizados no processo de extração do mel; nos vasilhames para

armazenamento e nos meios de transporte. A condução do processo de extração do mel de forma higienizada ocorre por meio de:

a) utilização de vestimentas apropriadas durante a extração do mel: para que não ocorra posterior contaminação do mel é necessário o uso de vestimentas adequadas, como luvas, touca, bata e máscara (FREITAS, 2003).

b) utilização de equipamentos em aço inox nos processos de extração e armazenagem do mel: todos os equipamentos utilizados nos processos de extração (garfo desoperculador, centrífuga, mesa desoperculadora, peneiras e filtros) e armazenagem do mel (decantadores), devem ser de material inox. O aço inox evita com que haja alterações em termos de odores, sabores e umidade no mel. O aço inox também apresenta como características a fácil manutenção e limpeza.

c) estrutura física adequada (Casas de Mel): as normas e padrões relacionados à estrutura física necessária para a condução do processo de extração do mel de forma higienizada serão descritas no subitem posterior, sendo necessário o empenho do apicultor na busca de conhecimentos e aplicação de recursos financeiros.

2.4.2 Legislação do MAPA para a exportação do mel

Os principais demandantes internacionais do mel brasileiro são Estados Unidos e União Europeia. Para atender aos critérios internacionais, a cadeia produtiva apícola necessitou se adaptar as legislações que atestam a qualidade e sanidade do mel. Para tanto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) busca aplicar os acordos vigentes para que haja continuidade da inserção do mel brasileiro no mercado internacional.

Inicialmente, o MAPA, determina que os entrepostos exportadores de mel sejam cadastrados pelo órgão nos seus respectivos estados de atuação através da circular nº 320 de 28 de agosto de 2002 (MAPA, 2002), que habilita a exportação do mel e dos demais produtos apícolas.

A circular 320 do MAPA define que o pedido de solicitação para a exportação do mel e dos demais produtos apícolas deve ser somente requerido pela empresa interessada em realizar a exportação sendo encaminhado ao Serviço de Inspeção Federal (SIF/MAPA) que é órgão responsável em dar o parecer técnico ao Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SIPA/MAPA) de cada estado. Estando realizados os

serviços de inspeção do MAPA, a solicitação para a exportação do mel e dos demais produtos apícolas deve ser diretamente encaminhada a Divisão de Controle do Comércio Internacional - DCI/DIPOA, em Brasília-DF que realizará visitas aos estabelecimentos exportadores para avaliar as condições técnicas. Estando tudo em ordem, é emitida, a empresa exportadora, um documento que a habilita a realizar a exportação.

Os estabelecimentos que não estiverem aptos a exportar terão prazos estabelecidos pela DCI/DIPOA para implantar Programas de Segurança do Alimento determinados pelo SELEI/DOI/DIPOA. O mel (foco deste trabalho) deve seguir o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade, descrito na instrução normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 (MAPA, 2000). Este Regulamento avalia as características do mel que chega ao consumidor o qual se apresenta nas mais diversas formas de estágio físico (cristalizado, pastoso e líquido) e coloração de acordo com sua origem, não sendo permitida a adição de quaisquer produtos que venham a alterar a sua composição química, física e ou biológica. Para os demais produtos apícolas, existe a instrução normativa nº 03 de 23 de janeiro de 2001 (MAPA, 2001) que trata de forma específica os regulamentos técnicos para a qualidade e identidade dos derivados apícolas.

Devemos ressaltar que no período de dois anos (2006-2008), mesmo existindo normas que regulamentavam as exportações do mel, houve o embargo à entrada do mel brasileiro na União Europeia (principal demandante internacional do mel brasileiro) devido ao fato da grande parcela dos apicultores brasileiros não obedecerem aos critérios técnicos de Boas Práticas de Fabricação de Alimento (B.P.F) principalmente nos processos de pós-colheita, que englobam as funções de: transporte do mel as salas de extração, recepção das melgueiras, desoperculação, centrifugação, filtragem, decantação, envase, armazenamento, expedição e transporte. A partir do momento em que se foi trabalhada a questão do cumprimento das Boas Práticas de Fabricação de Alimento houve o retorno das exportações do mel brasileiro para a União Europeia.

A partir de março de 2008 foi retomada a negociação do mel brasileiro com a União Europeia seguindo as normas da ABNT NBR 15585:2008 (ABNT, 2008) que teve sua validação em 19 de junho de 2008. A retomada da comercialização do mel com a União Europeia fez com os critérios de avaliação do mel a ser exportado se tornassem mais rigorosos, sendo imposto um sistema de rastreabilidade do mel ligado a um Sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), que poderia ser

implantado de forma gradual nas indústrias de origem animal sob a fiscalização do Serviço de Inspeção Federal (SIF/MAPA).

O sistema de rastreabilidade abrange entrepostos e salas de extração (casas de mel), com a finalidade de garantir a identificação do produto colhido que chega aos entrepostos. O procedimento de rastreabilidade do mel esta definido na portaria 46 de 10 de fevereiro de 1998 (MAPA,1998), sendo efetivamente colocado em prática no momento de retomada das exportações. A rastreabilidade será ampliada posteriormente para a comercialização do mel no mercado interno.

Para o devido funcionamento do processo de rastreabilidade é essencial que haja um ambiente correto para a extração do mel saído das colmeias, estando definida a padronização das casas de mel na circular 313 de 26 de março de 2008 (MAPA, 2008a), estando de acordo com o regulamento (CE) nº 1664/2006 (U.E, 2006) da União Europeia definindo que todos os estabelecimentos que manipulam, preparam, embalam e armazenam mel e produtos da apicultura, destinados ao mercado europeu, devem atender aos regulamentos (CE) nº 178 (U.E, 2002), 852 (U.E, 2004a) e 853(U.E, 2004b).

Diante desse contexto, os estabelecimentos que realizam a operação de desorperculação (Casas de Mel) devem ser fiscalizados por órgão oficial atendendo a legislação vigente. Para que haja exportação do mel brasileiro processado nas Casas de Mel é necessário que haja o controle do DIPOA através dos Serviços de Inspeção de Produtos Agropecuários (SIPAGs) das respectivas superintendências do MAPA nos estados. Durante a avaliação dos projetos de relacionamento, os SIPAGs devem seguir as seguintes diretrizes:

- a) Os estabelecimentos devem ser relacionados como apiário, de acordo com o Artigo 30, § 1º do RIISPOA (MAPA, 2008b);
- b) A referência para avaliação dos projetos é a Portaria 06, de 1985, entretanto, devem-se considerar as operações realizadas no estabelecimento, o volume da produção, o nº de funcionários envolvidos e os eventuais riscos à inocuidade da produção;
- c) Como, em geral, trata-se de estabelecimento construído e em funcionamento, dispensa-se a necessidade de laudo de inspeção do terreno. O processo deve ser instruído com os seguintes documentos:

(i) Requerimento solicitando o Relacionamento do estabelecimento no Serviço de Inspeção de Produtos Agropecuários da Superintendência Federal de Agricultura (SIPAG/SFA);

(ii) Termo de Compromisso;

(iii) Contrato Social registrado na Junta Comercial ou Inscrição Rural do Produtor;

(iv) Ficha de inscrição no CNPJ(MF) ou CPF do Representante Legal do estabelecimento;

(v) Alvará da Prefeitura Municipal;

(vi) Licença ambiental;

(vii) Análise físico-química e microbiológica da água de abastecimento;

(viii) Memorial descritivo da construção;

(ix) Memorial econômico-sanitário de estabelecimento;

(x) Plantas de acordo com o Artigo 54 do RIISPOA (MAPA, 1992);

✓ Planta baixa com “layout” dos equipamentos: ... - escala 1:100;

✓ Planta de situação:- escala 1:500;

✓ Planta de cortes e fachadas: - escala 1:50;

De acordo com o Artigo 57 do RIISPOA (MAPA, 1992); as plantas poderão ser substituídas por croqui, desde que permitam a análise técnica do projeto.

(xi) Laudo de Inspeção Final do Estabelecimento.

d) Sempre que o estabelecimento apresentar fluxo operacional adequado às condições higiênicas satisfatórias e deficiências não críticas, isto é, que não apresentem riscos eminentes à inocuidade dos produtos, o relacionamento poderá ser concedido mediante a apresentação de Plano de Ação, com respectivo cronograma de obras, o qual não poderá ser superior a um (1) ano;

e) A análise da água de abastecimento poderá ser realizada em qualquer laboratório oficial, inclusive da companhia de abastecimento local ou institucional como universidades públicas.

Além das diretrizes seguidas pelos SIPAGs, as Casas de Mel devem seguir as diretrizes mínimas exigidas pelo mercado europeu para a importação do mel, tais como:

a) Quatro repartições: sala de recepção das melgueiras; sala de extração do mel; sala para tambores vazios e sala para tambores cheios;

- b) Azulejo e piso nas quatro repartições;
- c) Pé direito de 3,00 metros, porém, poderá ser aceito pé direito a partir de 2,60 metros desde que se tenha boa iluminação e ventilação sendo aplicada essa regra as “casas de mel já construídas;
- d) A passagem das melgueiras da sala de recepção para a sala de extração poderá somente ocorrer por meio de óculo (buraco na parede) e não por porta comum;
- e) O banheiro e o vestuário poderão ser os da própria casa do apicultor ou de outra edificação desde que seja próxima a Casa de Mel;
- f) O teto deverá ser forrado por laje ou PVC;
- g) Água clorada pelo sistema de pastilha ou dosador de cloro automático;
- h) A porta de entrada para a sala de extração não poderá ser a mesma que dá acesso à sala de recepção;
- i) Na sala de recepção deverá haver pedilúvio e uma pia próxima;
- j) A única análise exigida do mel no interior da Casa de Mel será o de umidade;
- k) Para cada extração do mel (período/produtor) deverá ser retirada uma amostra a ser levada para o laboratório para ser analisada;
- l) Toda Casa de Mel deverá ter um responsável técnico que poderá ser o da prefeitura, do governo do estado, do entreposto ou outro;
- m) Janelas com tela e escape para as abelhas;
- n) Sistema de APPCC implantado;
- o) Cerca para impedir acesso de animais à Casa de Mel;
- p) As análises laboratoriais devem ficar no entreposto;
- q) Não deve existir atrelamento das Casas de Mel a um entreposto. O mel extraído poderá ser comercializado com qualquer entreposto.

A legislação americana, atualmente, não é excludente em relação à importação de produtos apícolas, desde que estes tenham controle oficial nos Países de origem. As regras impostas pela Europa para compra do mel brasileiro, onde toda a cadeia produtiva da apicultura e órgãos oficiais estão se adequando para efetuar esse comercio, são a credibilidade da venda de mel para o mercado americano. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) reconhecem os controles oficiais realizados pelo MAPA brasileiro e esses requisitos de exportação praticados pelo Brasil são a garantia de compra de mel pelos Estados Unidos.

A fim de garantir a segurança dos gêneros alimentícios (tendo como foco o mel neste trabalho) devemos destacar a necessidade de se considerar todos os aspectos da cadeia produtiva como também sugestões, dos países importadores, relativas ao manejo dentro da legislação de cada país exportador, atendendo aos princípios básicos para se garantir a rastreabilidade e qualidade do produto final.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As análises realizadas sob a atividade apícola nos municípios de Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte identificam a situação do setor produtivo e dos canais de comercialização do mel tomando como base indicadores sociais e econômicos dos apicultores. Seguindo a mesma linha de pesquisa, foi realizado de forma conjunta um levantamento da estrutura organizacional das associações apícolas, inseridas no conceito organizacional de fortalecimento da apicultura nos municípios em que são atuantes.

3.1 Área Geográfica de Estudo

3.1.1 A Mesorregião Jaguaribana

A mesorregião Jaguaribana está dividida em quatro microrregiões geográficas distintas compreendendo os seguintes municípios:

- Baixo Jaguaribe: Limoeiro do Norte, Tabuleiro do Norte, Alto Santo, Ibicuitinga, Jaguaruana, Morada Nova, Quixeré, Russas, Palhano e São João do Jaguaribe;
- Médio Jaguaribe: Jaguaribe, Jaguaribara e Jaguaretama;
- Serra do Pereiro: Ererê, Pereiro, Iracema e Potiretama;
- Litoral de Aracati: Aracati, Icapuí, Itaiçaba e Fortim.

A mesorregião Jaguaribana apresenta clima semiárido com média pluviométrica de 651,2 mm, com predominância da vegetação do bioma caatinga (FUNCEME, 2010).

Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) as principais atividades econômicas presentes na mesorregião Jaguaribana são: o plantio de sequeiro, a fruticultura, a apicultura, a bovinocultura leiteira e de corte bem como a criação de aves, caprinos e suínos. Grande parte das atividades anteriormente descritas faz com que haja impactos negativos ao meio ambiente.

Devemos destacar a título de exemplo a produção de pasto para a bovinocultura e o plantio de sequeiro onde ainda se realiza a “limpa” da área destinada ao pastoreio ou ao plantio, com queimadas antes do cultivo elevando a perda de nutrientes e os índices de erodibilidade do solo. Segundo estudos realizados por

Rodrigues (2006), onde se procurou construir um Índice de Propensão a Desertificação, foi observado que de um total de 31 municípios cearenses que apresentaram elevado índice de suscetibilidade à desertificação, oito municípios estavam situados na mesorregião de Jaguaribe (Aracati, Jaguaruana, Jaguaribe, São João do Jaguaribe, Itaiçaba, Limoeiro do Norte, Quixeré e Palhano).

Outro exemplo de impacto negativo ao meio ambiente é o uso indiscriminado de agrotóxicos com o intuito de se elevar os índices produtivos na fruticultura ocorrente na região do Baixo Jaguaribe, ocasionando assim à contaminação do lençol freático.

Diante de um quadro de susceptível desertificação, se fazem necessários medidas que visem à preservação da região semiárida e consequentemente do bioma caatinga. As medidas preservacionistas devem seguir um modelo de equilíbrio entre sociedade e meio ambiente em que os recursos naturais sejam sempre colocados como fator relevante.

A efetividade para que haja mudanças no semiárido Jaguaribano dar-se-á a partir da conscientização da necessidade de se preservar o meio ambiente com o auxílio de alternativas econômicas viáveis e sustentáveis como a apicultura. A mesorregião Jaguaribana apresenta boa aptidão apícola se destacando os municípios do Baixo Jaguaribe com relação à produção de mel, como relacionado na Tabela 4:

Tabela 4 – Principais municípios produtores de mel do baixo Jaguaribe cearense.

Classificação	Município	Produção (toneladas)
1º	Limoeiro do Norte	550
2º	Tabuleiro do Norte	380
3º	Morada Nova	300
4º	Alto Santo	300
5º	Russas	76
6º	Quixeré	55

Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal – 2008

Os municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte foram escolhidos para a realização desta pesquisa por apresentarem nos anos mais recentes valores expressivos no número de apicultores bem como também valores expressivos em termos de produção, ambos se destacando dos demais municípios presentes na mesorregião do Baixo Jaguaribe.

Para o ano de 2008, Limoeiro do Norte foi o município da região Jaguaribana responsável pela produção de 21,4 % do mel produzido no Ceará. Já o município de Tabuleiro do Norte foi responsável pela produção de 14,8% do mel cearense (IBGE, 2008). Deve-se também destacar o número de apicultores, sendo um total de 265 apicultores em Tabuleiro do Norte e 55 apicultores em Limoeiro do Norte (IBGE, 2006).

- O Município de Limoeiro do Norte

O município de Limoeiro do Norte foi fundado no ano de 1868 pela lei 1.255, deixando de ser um distrito do município de Russas. Seu nome é proveniente da grande quantidade de limoeiros que existiam no ano de sua fundação. Limoeiro do Norte localiza-se na porção leste do estado do Ceará (Figura 3) e faz divisa com os seguintes municípios: ao Norte: Quixeré e Russas; ao Sul: Tabuleiro do Norte; a Leste: Estado do Rio Grande do Norte (Serra do Apodi) e Quixeré; a Oeste: Morada Nova e São João do Jaguaribe.

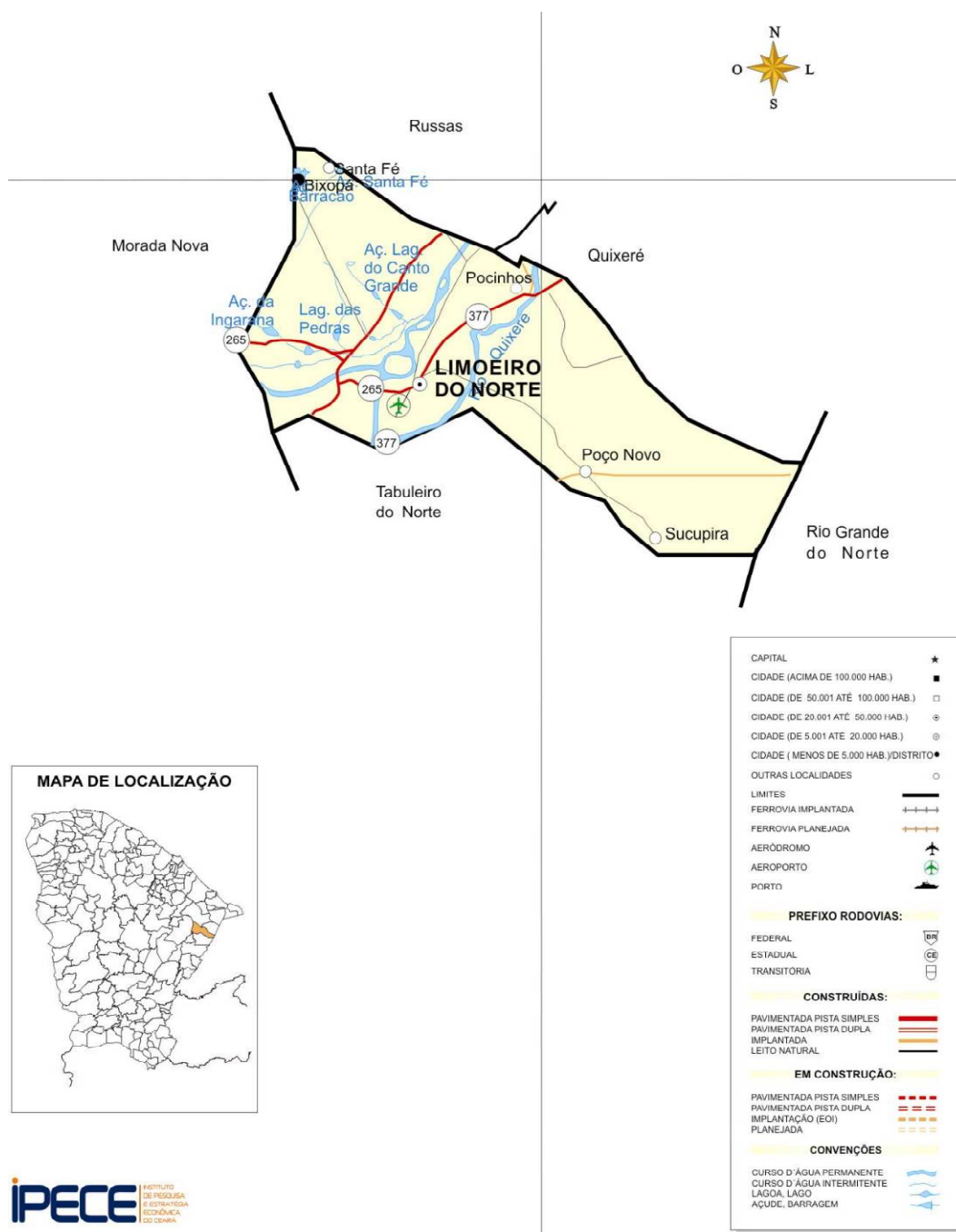


Figura 3 – Localização geográfica do município de Limoeiro do Norte.
Fonte: IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - 2010

Limoeiro do Norte apresenta uma área geográfica de 751,53 Km² com uma população em torno de 53.289 habitantes (IBGE, 2007) e densidade demográfica 64,63 hab./ Km² segundo dados do censo demográfico realizado no ano 2000 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com relação as caracterização ambiental do município de Limoeiro do Norte podemos destacar os dados apresentados na Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 – Caracterização natural e climática do município de Limoeiro do Norte.

Clima	Pluviosidade (mm)	Temperatura Média (°C)	Período Chuvoso
Tropical Quente Semiárido	720,5	26° a 28°	janeiro a abril
Relevo	Solos	Vegetação	Bacia Hidrográfica
Depressões Sertanejas	Solos Aluviais, Cambissolos, Solos Litólicos, Planossolo Solódico, Vertissolo e Podzólico Vermelho-Amarelo	Caatinga Arbustiva Densa, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Mista Dicotillo- Palmácea	Banabuiú, Médio Jaguaribe e Baixo Jaguaribe

Fonte: FUNCEME/IPECE-2010

Limoeiro do Norte apresenta dois segmentos desenvolvidos: o de prestação de serviços e o setor primário, ligados diretamente as atividades agropecuárias. Destaca-se como um polo produtivo da fruticultura cearense por apresentar uma boa fertilidade do solo e fácil captação de água, tendo na chapada do Apodi seus principais projetos de irrigação e empresas deste seguimento. Na agricultura de sequeiro destaca-se o plantio das seguintes culturas: feijão, milho, arroz e algodão.

Como atividades ligadas diretamente a pecuária destaca-se a ovino-caprinocultura e de gado de leite sendo um dos municípios de destaque em produção de leite na região do baixo Jaguaribe. Devemos destacar o papel da apicultura, sendo o município de Limoeiro do Norte um dos principais responsáveis pela produção e comercialização do mel cearense para os mercados externo e interno.

- O Município de Tabuleiro do Norte

O município de Tabuleiro do Norte foi fundado no ano de 1957 pela lei 3.815, deixando de ser um distrito do município de Limoeiro do Norte. Seu nome é proveniente da elevação arenosa e plana, tabuleiro, em que se encontra a cidade. Tabuleiro do Norte localiza-se na porção leste do estado do Ceará (Figura 4) e faz divisa com os seguintes municípios: ao Norte: Limoeiro do Norte e Morada Nova; ao Sul: Alto Santo; a Leste: Estado do Rio Grande do Norte (Serra do Apodi); A Oeste: São João do Jaguaribe e Alto Santo.

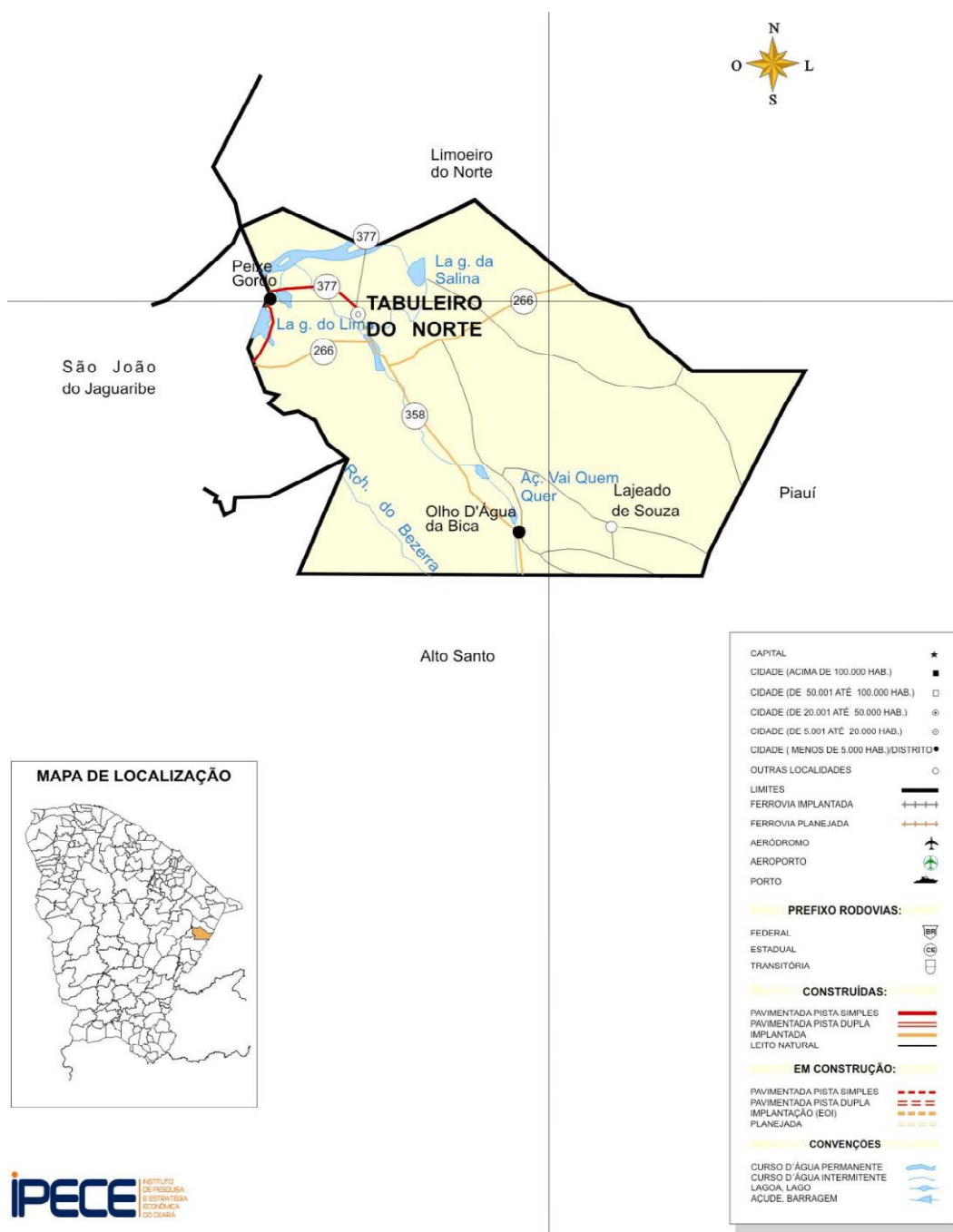


Figura 4 – Localização geográfica do município de Tabuleiro do Norte.
 Fonte: IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - 2010

Tabuleiro do Norte apresenta uma área geográfica de 861,84 Km² com uma população em torno de 28.291 habitantes (IBGE, 2007) e densidade demográfica 32,68 hab./ Km² segundo dados do censo demográfico realizado no ano 2000 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com relação à caracterização ambiental do município de Tabuleiro do Norte podemos destacar os dados apresentados nas tabelas a seguir (Tabela 6).

Tabela 6 – Caracterização natural e climática do município de Tabuleiro do Norte.

Clima	Pluviosidade (mm)	Temperatura Média (°C)	Período Chuvoso
Tropical Quente Semiárido	794,8	26° a 28°	fevereiro a abril
Relevo	Solos	Vegetação	Bacia Hidrográfica
Chapada do Apodi, Planícies Aluviais e Depressões Sertanejas	Solos Aluviais, Cambissolo, Solos Litólicos, Podzólico Vermelho-Amarelo e Vertissolo	Floresta Caducifólia Espinhosa, Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Mista Dicotillo- Palmácea	Banabuiú, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe

Fonte: FUNCEME/IPECE - 2010

O município de Tabuleiro do Norte apresenta uma economia bem diversificada distribuída em vários seguimentos como: transporte rodoviário de cargas, fabricação de doces, fruticultura, apicultura, bovinocultura corte intensiva e semi-intensiva, bovinocultura de leite intensiva e semi-intensiva, ovinocaprino cultura de corte semi-intensiva e turismo religioso. Tabuleiro do Norte destaca-se como o segundo maior produtor de mel de abelha do baixo Jaguaribe (Tabela 4), demonstrando seu potencial produtivo devido principalmente as suas características ambientais favoráveis.

3.2 Levantamento dos Dados

- Dados Primários

Os dados primários foram obtidos através da aplicação de questionários específicos com a finalidade de se obter um maior número de informações possíveis acerca da cadeia produtiva e mercadológica apícola dos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte.

- Dados Secundários

Os dados secundários, relacionados neste estudo, foram obtidos a partir de publicações de instituições como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE); Banco do

Nordeste do Brasil (BNB); Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME); Ministério de Meio Ambiente (MMA); Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e trabalhos acadêmicos correlatos.

Como complemento aos dados obtidos, foram realizadas pesquisa bibliográfica e consultas à internet.

3.3 Tamanho da Amostra

Para definição do tamanho da amostra foi utilizada inicialmente a equação baseada em amostras de populações finitas segundo a equação (1) (TRIOLA, 2008).

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot [z_{\alpha/2}]^2}{p \cdot q \cdot [z_{\alpha/2}]^2 + (N - 1) \cdot E^2} \quad (1)$$

Onde:

n = tamanho da amostra para populações finitas;

N = tamanho da população;

$z_{\alpha/2}$ = nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios padrões (usualmente 1,96 para um nível de confiança de 95% com base na tabela de escore z);

p = estimativa da proporção da característica pesquisada no universo ($p = 0,5$, para minimizar a possibilidade de subestimação da amostra);

$q = 1 - p$;

E = erro amostral estipulado (valor comumente adotado igual a 5%)

De acordo com os dados do IBGE, o número total de apicultores (N) para os municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte foi de 320 em 2006, sendo que proporcionalmente Tabuleiro detêm 83% da população de apicultores e Limoeiro os 17% restantes.

Calculando o tamanho da amostra de acordo com a equação (2) descrita para populações finitas (TRIOLA, 2008), obteve-se um número correspondente a 175 apicultores. De acordo com Pires (2004), quando o tamanho inicial da amostra representar uma proporção igual ou superior a 5% do total de elementos da população pode-se utilizar a equação a seguir para o cálculo definitivo do tamanho da amostra:

$$n_c = n_0 / (1 + \frac{n_0}{N}) \quad (2)$$

onde:

- n_c = tamanho da amostra para populações finitas corrigido;
- n_0 = tamanho da amostra para populações finitas;
- N = tamanho da população.

Assim, obteve-se o valor final do tamanho da amostra igual a 113. De acordo com a proporção da população de apicultores de cada município obteve-se o valor amostral de 93 apicultores para Tabuleiro do Norte e de 20 apicultores para Limoeiro do Norte.

3.4 Métodos de Abordagem

- Método Estatístico

A estatística é um método que se aplica ao estudo dos fenômenos aleatórios e, praticamente, todos os fenômenos que ocorrem na natureza são aleatórios, como as pessoas, a atividade profissional, a opinião pública dentre outros. Os fenômenos aleatórios se destacam pela repetição, sendo os resultados distribuídos com certa regularidade, geralmente em termos de frequência.

O método estatístico se fundamenta nos conjuntos de procedimentos apoiados na teoria da amostragem, tendo como função primordial a representação e explicação sistemática das observações relativas a fatores oriundos das ciências sociais, como padrão cultural, comportamental, condições ambientais, econômicas, dentre outros; ou seja, são aqueles fatos que envolvem uma multiplicidade de causas e por fim são representados sob a forma analítica, geralmente através de gráficos, tabelas e quadros estatísticos.

A amostragem é o ato de selecionar unidades de uma população tendo por objetivo estimar valores desconhecidos como média, mediana, moda, variância, desvio-padrão e etc. Estes valores são denominados de parâmetros populacionais, cujas estimativas são seguidas através da determinação de valores análogos da amostra.

A finalidade amostral é de grande valia na pesquisa, permitindo custo reduzido, levantamento dos dados que são coletados com menor tempo, indagações mais

minuciosas e dados mais fidedignos, tendo em vista ser um trabalho mais simplificado que o generalizado (Fachin, 1993).

- Método Econométrico

Na busca de se construir uma equação para identificar os fatores que influenciam a produção anual de mel de abelha para ambos os municípios avaliados foi utilizado o Método dos Mínimos Quadrados (que estima os parâmetros em que os erros são os mínimos possíveis). A metodologia empregada está sintetizada no fluxograma apresentado na Figura 5.

De acordo com o fluxograma deve-se construir inicialmente um modelo de regressão linear simples considerando a variável explicativa que tenha a maior correlação com a variável dependente (maior coeficiente de correlação linear de Pearson – R). Após avaliar a significância dos coeficientes, verifica-se se este modelo linear simples atende aos pressupostos da regressão (normalidade dos resíduos, não autocorrelação e homocedasticidade). Caso atenda a estes pressupostos, a regressão apresenta robustez, pois se considera que os coeficientes estimados do modelo de regressão não são tendenciosos, ou seja, representam adequadamente o fenômeno econômico da população estudada.

Caso um dos pressupostos não seja atendido, segue-se no passo 2 do fluxograma em que se constrói um modelo de regressão linear múltiplo, considerando no método *stepwise* uma série de potenciais variáveis explicativas. Para as possíveis variáveis explicativas, além da inclusão da variável explicativa incluída no passo 1, deve-se incluir variáveis que tenham uma relação econômica com a variável dependente (produção, no caso). Nesta fase, pode-se incluir variáveis do tipo *dummy*, *dummy cruzada* e categóricas por tratar-se de um estudo exploratório (investigativo). Caso esse modelo atenda aos pressupostos para o modelo de regressão, se aceita como o modelo final robusto. Nesta fase também é importante avaliar a significância do intercepto. Em estudos econômicos é frequente a ocorrência da não significância deste parâmetro (intercepto) e os pacotes estatísticos mais utilizados apresentam a opção de supressão do intercepto, resultando na regressão linear múltipla sem intercepto conforme descrito na etapa 3 do fluxograma da Figura 5.

Caso a etapa 3 não resulte no modelo que atenda aos pressupostos, prossegue-se com o modelo que incorpora a presença de heterocedasticidade dos resíduos

(variância não constante) conforme descrito na etapa 4. No modelo considerando a heterocedasticidade, realiza-se a transformação das variáveis dependente e explicativa(s) pela divisão por um fator. Para o caso mais simples, este fator é a raiz quadrada da variável explicativa mais importante (maior coeficiente de correlação R), que se espera resultar em um modelo com variância constante (etapa 4).

É importante ainda ressaltar que na passagem da etapa 3 para 4 ocorra a redução do nível de significância de uma ou mais variáveis explicativas em razão do maior nível de erro considerado no modelo heterocedástico.

Caso a etapa 4 não resulte em um modelo robusto esgotam-se as possibilidades de se obter um modelo de regressão linear adequado. Deve-se, portanto, partir para modelos de regressão não lineares. Entretanto, é imprescindível a execução das etapas anteriores (modelos lineares), pois servem como um estudo exploratório para identificar quais são as variáveis explicativas mais significantes. Além disso, os modelos não lineares mais comuns empregados em análises econômicas são facilmente linearizáveis, pela aplicação de transformações matemáticas simples, como logarítmica e inversa (etapa 5).

Após a execução da etapa 5 (regressão não linear múltipla) espera-se obter um modelo de regressão robusto, ou seja, que atenda a todos os pressupostos e cuja inferências para a população sejam confiáveis. Caso não seja possível, sugere-se adotar dentre as cinco etapas do fluxograma (Figura 5) aquele modelo que apresenta maior poder de explicação, neste caso, as inferências para população devem ser tomadas com cautela.

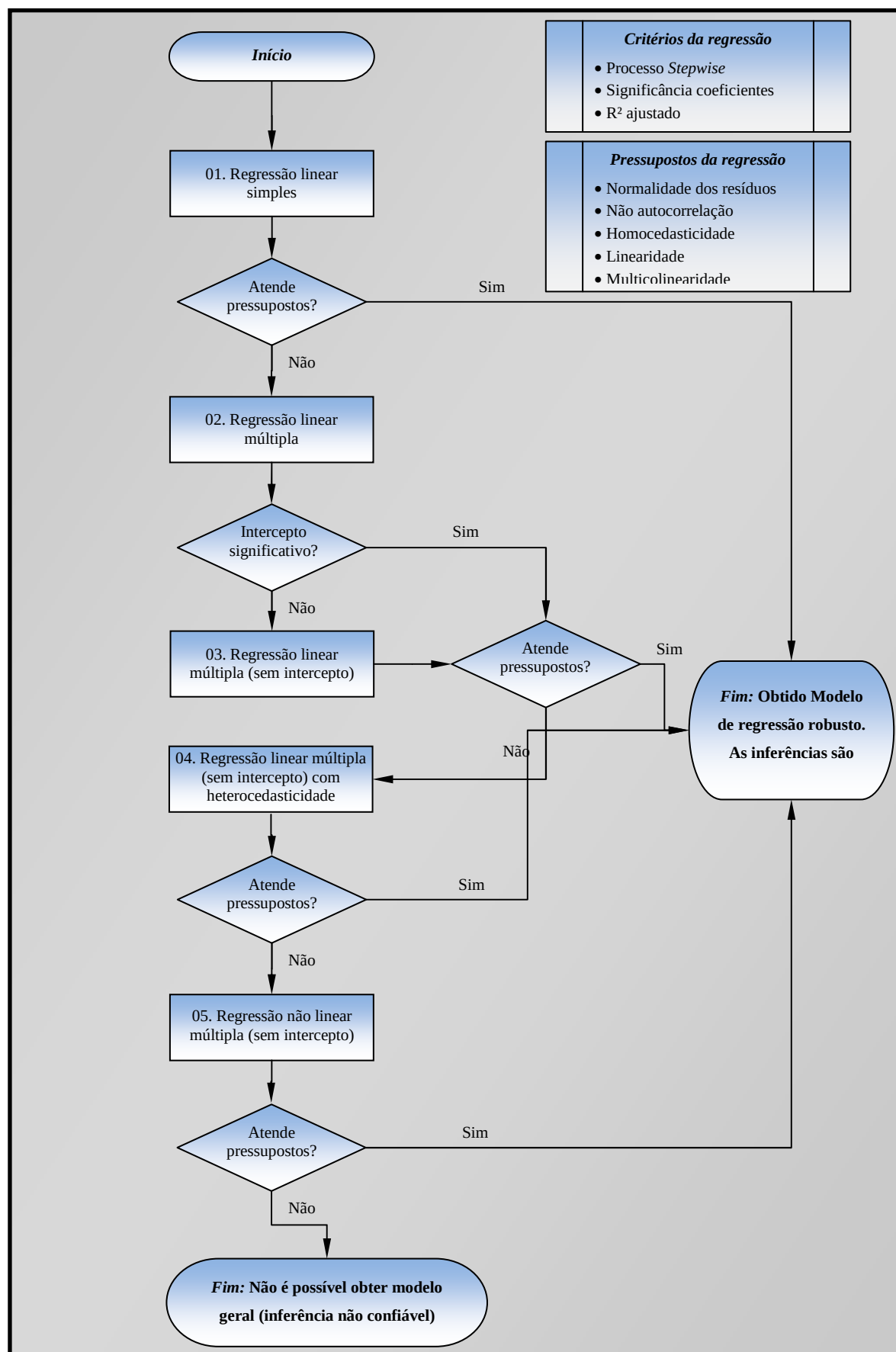


Figura 5 – Fluxograma da calibração dos modelos de regressão.

- **Análise Tabular Descritiva**

Os dados obtidos por meio da aplicação do questionário (ver apêndice B) foram submetidos a análises do tipo qualitativo e quantitativo. As condições sociais, econômicas, produtivas e comerciais dos apicultores foram apresentadas por meio de análises tabulares e descritivas.

Como características intrínsecas relacionadas aos apicultores foram avaliadas as seguintes variáveis: idade; estado civil; grau de instrução; número de filhos; local da residência; condição de moradia; acesso aos serviços públicos de água, esgoto e iluminação; meios de transporte; outras atividades produtivas e ou comerciais geradores de renda para a família; anos de experiência com a apicultura; outras atividades agrícolas ou pecuárias; apicultura como atividade principal ou secundária; número de colmeias existentes e povoadas; meses mais produtivos; produtividade média; preço pago pelo quilo do mel ao produtor; sistema produtivo adotado; condições do produtor com relação ao acesso a terra; condições de acesso do apiário ao núcleo urbano mais próximo; existência e condições das Casas de Mel com relação às normas e exigências do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento; condições de armazenamento do mel; canais de escoamento e comercialização do mel; parâmetros de escolha individual no processo de comercialização do mel; comercialização do mel no mercado interno de ambos os municípios; benefícios econômicos individuais gerados com a apicultura e adequações que se fazem necessários para o fortalecimento da atividade apícola na região.

A avaliação das associações dos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte foram apresentadas de forma descritiva, de modo a identificar suas potencialidades, limitações e benefícios gerados desde que foram implantadas para o fortalecimento da cadeia produtiva e mercadológica apícola em suas respectivas áreas de atuação.

3.5 Técnicas de Pesquisa

- **Pesquisa bibliográfica**

A pesquisa bibliográfica diz respeito ao conjunto de conhecimentos humanos reunidos nas obras. Tem como objetivo conduzir o leitor a determinado assunto e a

produção, coleção, armazenamento, reprodução, utilização e comunicação das informações coletadas para o desempenho da pesquisa.

Segundo Arantes (1971), a pesquisa bibliográfica “é o ato de ler, selecionar, fichar, organizar e arquivar tópicos de interesse para a pesquisa em pauta”. A pesquisa bibliográfica é classificada como fonte secundária de pesquisa sendo utilizada na construção dos trabalhos científicos.

Em qualquer área do saber em que as fontes primárias são numerosas, as fontes secundárias representam importantes guias, uma vez que possibilitam rápida pesquisa bibliográfica preliminar, através de consulta a listas e resumos, sem os quais, praticamente, a maior parte das fontes primárias não seria encontrada (Fachin, 1993).

- Pesquisa de campo

A pesquisa de campo busca examinar a influência de obstáculos no meio social e que poderão intervir na relação que há entre as variáveis independentes e dependentes. A pesquisa de campo se orienta por meio de hipóteses e sem as quais não seria possível seu desenvolvimento e tampouco testar as variáveis.

A princípio, antes de se iniciar uma pesquisa de campo, devem-se observar três aspectos: 1º a sociedade ou o ser humano (a que ou a quem); 2º as particularidades (quando) e 3º o *habitat* social (onde). De posse desses três aspectos, delimitar-se-á a área de estudo de campo.

As variáveis na pesquisa de campo aparecem como um sistema complexo. Cada variável deve ser medida separadamente, e sua variação estudada por meio de quadros de distribuição de frequência, médias e medidas de dispersão, sendo estes métodos estatísticos comumente empregados na pesquisa de campo.

A pesquisa de campo não permite o isolamento e o controle das variáveis, mas dá lugar à constante relação entre as variáveis dependentes e independentes, em determinado acontecimento.

O desenvolvimento da pesquisa de campo envolve várias etapas, desde a formulação do problema até a redação final. Existe um itinerário lógico e coerente que correlaciona às etapas de uma pesquisa e que é resultado do planejamento. Para tanto, o pesquisador deve ter conhecimento metodológicos e dominar o assunto escolhido para a pesquisa.

As técnicas da pesquisa de campo devem adaptar-se ao método de domínio do pesquisador. Conforme o contexto do fato (problema) a ser pesquisado, pode-se operar mediante os vários tipos de instrumentos de pesquisa social, como formulário, o questionário e a entrevista (Fachin, 1993).

- O Questionário

O questionário, segundo o dicionário de sociologia de Theodorson & Theodorson é “um modelo ou documento em que há uma série de questões , cujas respostas devem ser preenchidas pessoalmente pelos informantes”.

Por sua vez, Oracy Nogueira conceitua questionário como “uma série de perguntas organizadas com o objetivo de levantar dados para uma pesquisa, cujas as respostas são fornecidas pelos informantes, sem assistência direta ou orientação do investigador”.

Enfim, o questionário consiste num elenco de questões que são apreciadas e submetidas a certo número de pessoas com o intuito de obter respostas para a coleta de informações e para que a coleta das informações seja significativa, cabe verificar os meios de como, quando e onde obter as informações (Fachin, 1993).

- O Estudo de Caso

A pesquisa aqui apresentada caracteriza-se como um estudo de caso. Para abordagens qualitativas, o estudo de caso é bastante indicado, conforme citam Godoi e Balsini (2006). Yin (2005) define que o estudo de caso é uma investigação empírica que deve ser usada para averiguar um fenômeno inserido em um contexto, convergindo com o conceito de Godoy (2006), que afirma a necessidade de uma fonte diversificada de evidências.

De acordo com Yin (2005), o estudo de caso torna-se uma ferramenta importante quando:

- A. Colocam-se questões do tipo “como” e “por que”;
- B. O pesquisador tem pouco controle sobre os eventos;
- C. O foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos num contexto da vida real.

Collis e Hussey (2005) e Vergara (2007) expõem que a pesquisa exploratória busca respostas para questões que possuem pouco ou nenhum estudo sobre o tema, com o

objetivo de definir padrões, ideias e hipóteses, em vez de tentar confirmar uma hipótese já existente. Já Sampieri *et al* (2006) indicam que estudos exploratórios objetivam uma imersão inicial no contexto e entendimento com o fenômeno estudado.

Gil (1999) salienta que:

O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir conhecimentos amplos e detalhados do mesmo, tarefa praticamente impossível, mediante os outros tipos de delineamentos considerados. (Gil, 1999, p. 73)

Enfim, o estudo de caso é entendido como uma metodologia que tem interesse em realizar uma investigação de um caso específico sendo bem delimitado e contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar há busca de informações reais e fidedignas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo encontra-se dividido em seções para que haja uma melhor organização das informações obtidas na pesquisa. Inicialmente, será apresentada a caracterização social e econômica dos apicultores. Em seguida, serão mostrados os modelos de regressão lineares e não lineares que visam estimar a produção anual de mel de abelha para ambos os municípios avaliados. Por fim, serão descritos o desempenho e a atuação dos apicultores e das suas respectivas associações com relação ao processo de comercialização do mel. Todos os resultados foram obtidos e avaliados pelo programa estatístico SPSS.

4.1 Caracterização Social e Econômica dos Apicultores

4.1.1 Número de agricultores familiares que são apicultores

A apicultura está inserida no contexto da agricultura família, sendo geradora de emprego e renda para os pequenos produtores rurais, sendo assim, espera-se que essa atividade absorva um contingente maior de trabalhadores rurais.

Segundo NETO & NETO (2005) a apicultura contribui para a absorção da mão-de-obra familiar por ser economicamente viável para o pequeno produtor rural (baixos custos e investimentos para implantação e bons níveis de rendimentos econômicos obtidos nos anos que se seguem) e por apresentar-se como uma atividade agropecuária de fácil manejo e manutenção.

Porém, o número de apicultores em cada núcleo familiar em ambos os municípios (Figura 6) ficou em torno de apenas um ou dois indivíduos. Este fato se deve ao fato da apicultura ser considerada uma atividade agrícola bastante rentável e promissora, ela acaba sendo considerada como uma atividade secundária em ambos os municípios pelo fato de sua produção ocorrer somente durante a quadra invernal no Nordeste.

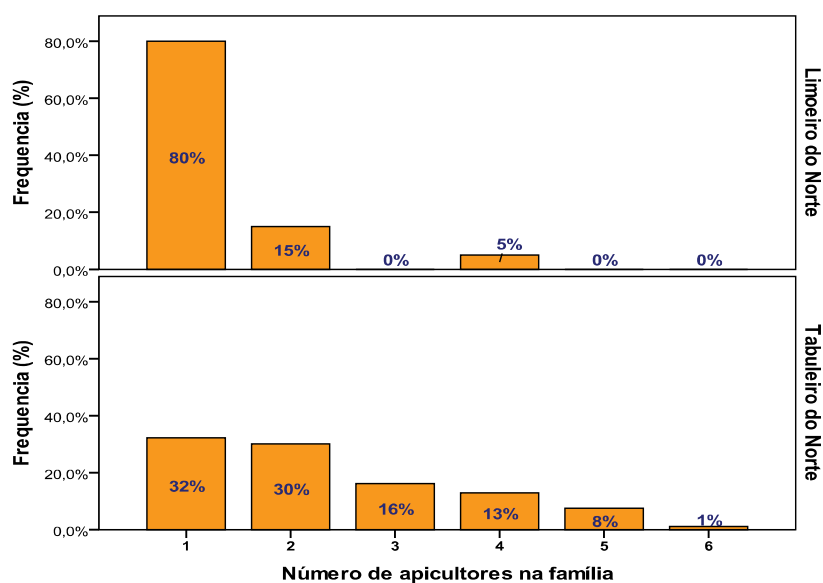


Figura 6 – Número de apicultores existentes em cada núcleo familiar.

4.1.2 Idade do apicultor

A Figura 7 mostra que a atividade apícola é exercida (na sua grande maioria) por apicultores com idades entre 30 e 50 anos em ambos os municípios, sendo uma característica positiva, pois as pessoas nessa faixa etária têm a tendência de buscarem sempre novas informações sobre as inovações ocorrentes na atividade apícola sejam elas em termos de produção ou comerciais.

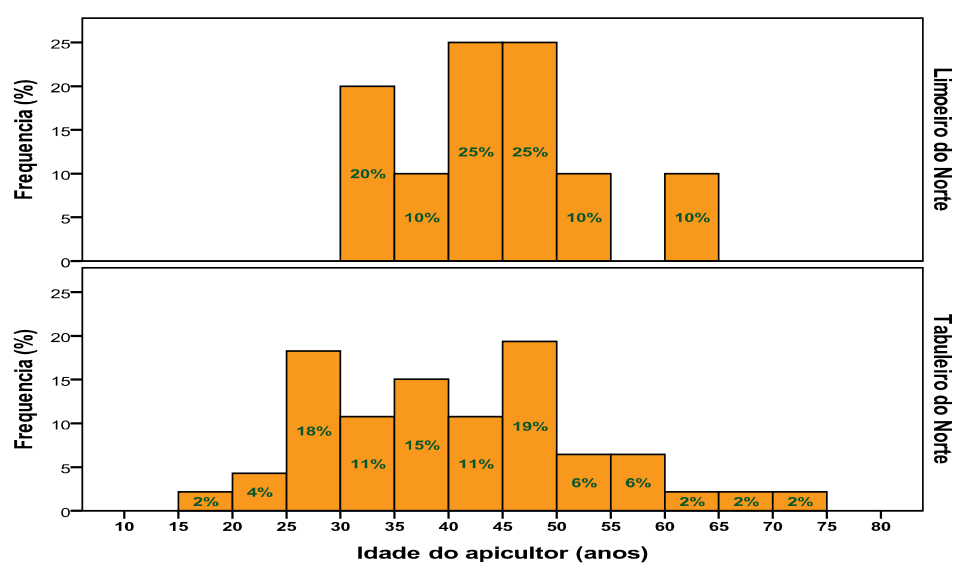


Figura 7 – Idade dos apicultores.

4.1.3 Tempo de experiência com a atividade apícola

Um dado interessante apresentado na Figura 8 foi o tempo de experiência dos produtores rurais que são apicultores. Os anos de experiência em uma dada atividade econômica incidem diretamente na quantidade e qualidade do que se produz e do que se comercializa. A Figura 8 mostra que a grande parcela de apicultores para ambos os municípios já estão na atividade apícola entre 6 e 14 anos, tendo a tendência a serem mais experientes no manejo dos seus apiários no sentido de obterem o máximo em produção com melhor qualidade.

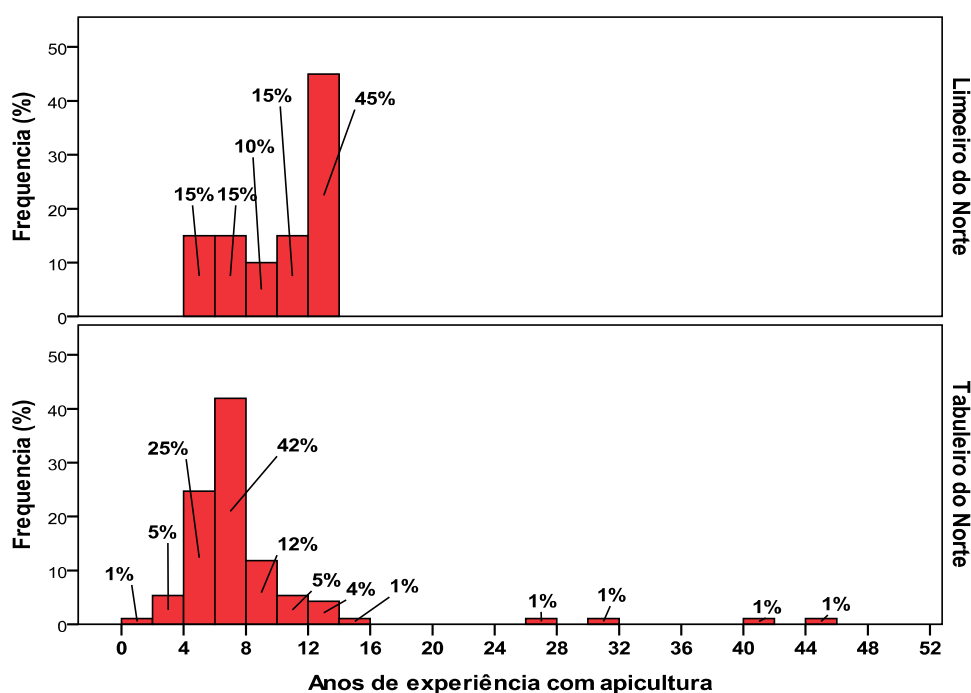


Figura 8 – Anos de experiência dos apicultores dos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte.

4.1.4 Escolaridade

A percepção em relação às constantes mudanças que ocorrem em um segmento produtivo flui com mais rapidez através do auxílio do processo educacional. De acordo com Carvalho (1998) existe um elo entre a modernização da agricultura e o grau de educação formal. Quanto maior o grau de instrução do indivíduo maior será o seu nível cultural, sendo esta a condição primordial capaz de elevar a capacidade de absorção às inovações tecnológicas.

Na Figura 9, podemos observar que os apicultores entrevistados apresentaram grau de escolaridade entre saber ler e escrever e fundamental incompleto. Em sua maioria, desta forma, a difusão de novos procedimentos a serem adotados na cadeia produtiva do mel para ambos os municípios ocorre de maneira mais trabalhosa, havendo a necessidade de haver de um constante suporte (no caso associações) que possa sempre estar levando informações adequadas para estes apicultores.

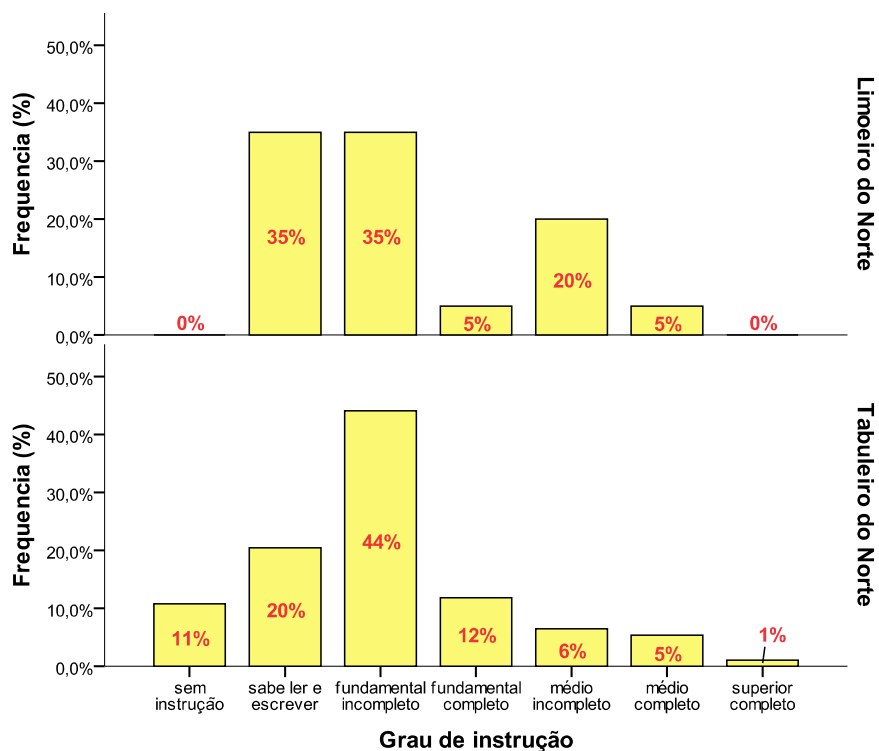


Figura 9 – Grau de instrução dos apicultores.

4.1.5 Local de moradia

Cerca de 90% dos apicultores entrevistados em ambos os municípios moram na área rural (Figura 10) distante alguns quilômetros da sede municipal.

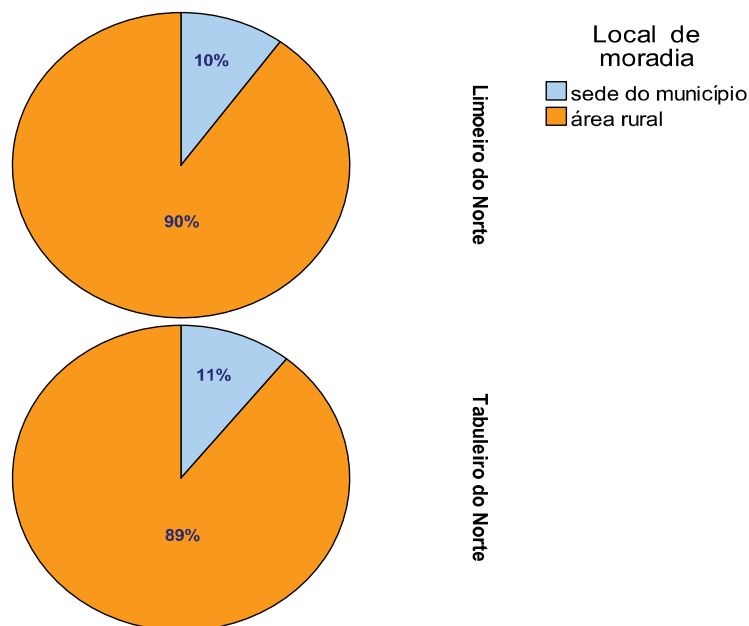


Figura 10 – Local de moradia dos apicultores.

O local da residência do produtor influi diretamente na comercialização e na adoção de novas técnicas produtivas. De acordo com HOLANDA JÚNIOR (2000), quanto mais próximo a residência do produtor do núcleo urbano melhor será o nível tecnológico adotado e consequentemente maior será a produção que acarretará na redução dos custos para inserção de um dado produto no canal de comercialização local e ou regional.

Destaca-se como outro ponto importante relacionado ao local de moradia a distancia das propriedades agrícolas e ou apiários a sede dos seus respectivos municípios. De acordo com a Figura 11 os apicultores de Tabuleiro do Norte distam entre 20 e 35 km (65% dos entrevistados), sendo a mesma distancia compartilhada pelo município de Limoeiro do Norte (45% dos entrevistados).

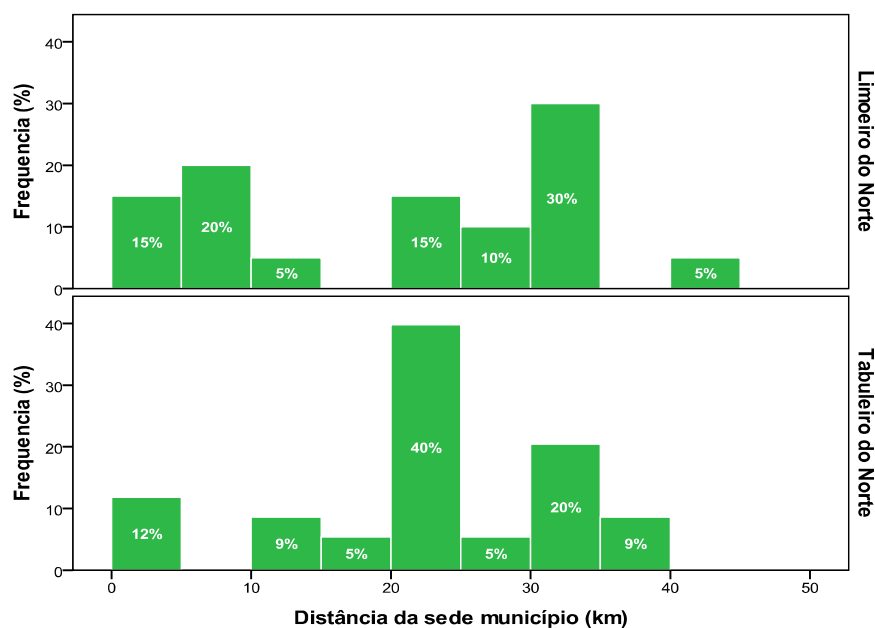


Figura 11 – Distância das propriedades agrícolas as suas respectivas sedes municipais.

4.1.6 Meios de transporte

Um ponto que merece destaque é a necessidade dos produtores rurais terem acesso há meios de transporte que lhes proporcionem independência na hora de comercializar seus produtos, pois, aqueles que não possuem transporte próprio ficam a mercê da especulação dos atravessadores perdendo volumes consideráveis de rendimentos no processo de comercialização.

Diante deste fato, na Figura 12 temos uma exposição da situação dos meios de transporte que são utilizados entre os apicultores amostrados. Em ambos os municípios os apicultores relacionaram o uso da moto como o meio de transporte mais utilizado, o que dificulta o escoamento da produção, deixando os apicultores que tem apenas a moto como meio de locomoção na dependência do transporte do comerciante local.

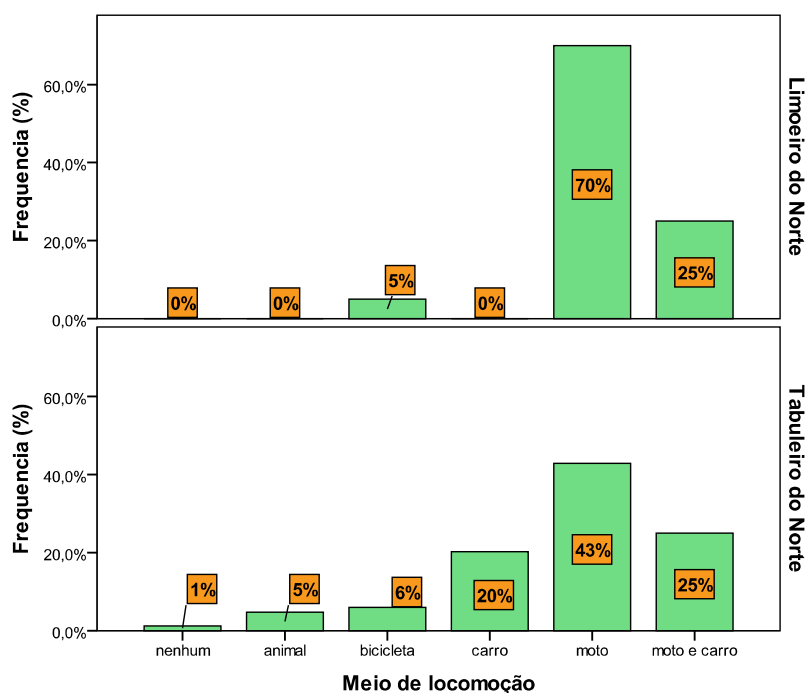


Figura 12 – Meios de locomoção mais utilizados pelos apicultores.

4.1.7 Acesso a serviços públicos básicos

Como fatores ligados a infraestrutura em relação ao acesso aos serviços públicos básicos como abastecimento de água, rede coletora de esgoto e formas iluminação foram realizadas perguntas específicas com o intuito de relacionar estes serviços às formas de manejo ligadas diretamente ao controle da sanidade e qualidade do mel.

A forma de acesso à água (ver Figura 13) é um fator primordial para qualquer cadeia produtiva, sem este recurso o controle sanitário fica quase que impraticável e para o mel acaba acarretando também reduções na produtividade por sua escassez (por haver inúmeras perdas dos enxames nas colmeias).

No município de Limoeiro do Norte o acesso à água se dá através da rede publica de distribuição chegando há 95% dos apicultores entrevistados, bem diferente do que foi observado para Tabuleiro do Norte, onde este índice cai para 16% apenas. Devemos ressaltar que as condições e os locais de moradia (zona rural) dos entrevistados foram os mesmos para ambos os municípios. Para Tabuleiro do Norte a água é proveniente de poço ou nascente de rio (67%) para a maioria dos apicultores entrevistados.

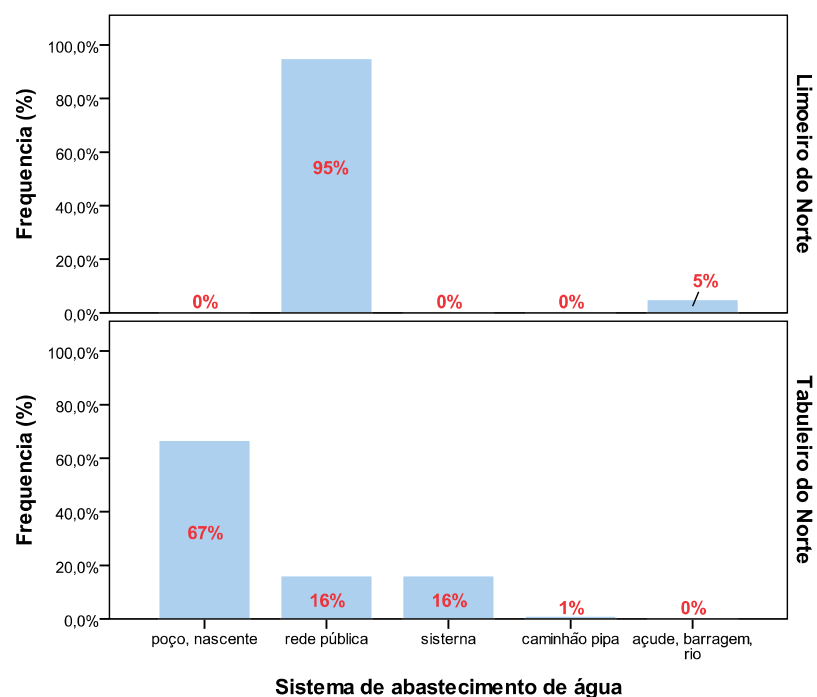


Figura 13 – Formas de acesso à água.

O acesso à energia elétrica é fator primordial para que se possa realizar a coleta do mel nas Casas de Mel que ainda não estão de acordo com as normas impostas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pois o mel é batido durante o período noturno em que as abelha acabam ficando mais calmas não havendo um ataque em massa dos enxames. Ambos os municípios e apicultores entrevistados relataram que utilizam como forma de iluminação a energia elétrica em cerca de 100% (14) dos locais utilizados para extração do mel bem como nos seus respectivos imóveis.

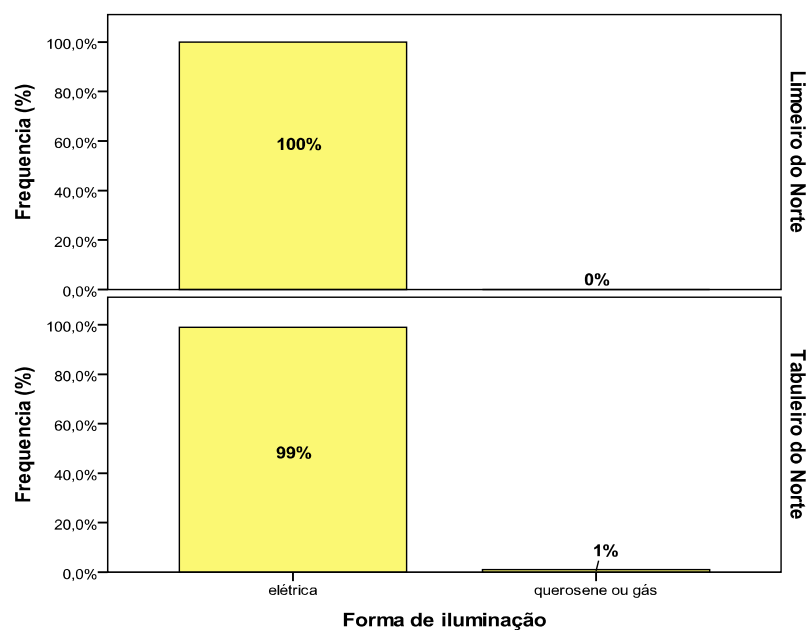


Figura 14 – Forma de iluminação.

A sanidade do mel também está relacionada a áreas livres de contaminação seja por solo ou pela a água. Como observado na Figura 15, os apicultores de ambos os municípios utilizam-se de fossa revestida de alvenaria em suas residências com o objetivo de não poluir o meio ambiente.

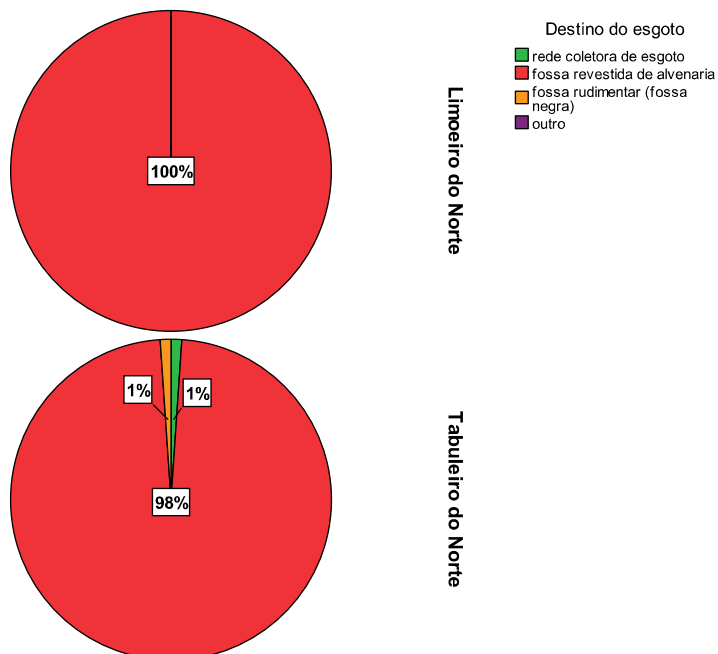


Figura 15 – Destino do esgoto.

4.1.8 Acesso a terra

De acordo com a Figura 16, a posse da terra foi ampla em ambos os municípios. Um percentual pequeno dos entrevistados relatou não possuir a posse da terra (15% em Limoeiro do Norte e 10 % em Tabuleiro do Norte). Aqueles apicultores que são proprietários dos seus imóveis rurais (sítios e ou fazendas) encontram-se mais motivados e fortalecidos por não haver a necessidade de se retirar dos seus rendimentos nenhum montante que seria posteriormente destinado para o pagamento de terceiros que possuem o título da terra. O pagamento de renda seja ele por meio de produção ou direto (em espécie) acaba sendo prejudicial para a manutenção de qualquer atividade produtiva ligada principalmente a agricultura familiar por reduzir a remuneração do trabalhador rural.

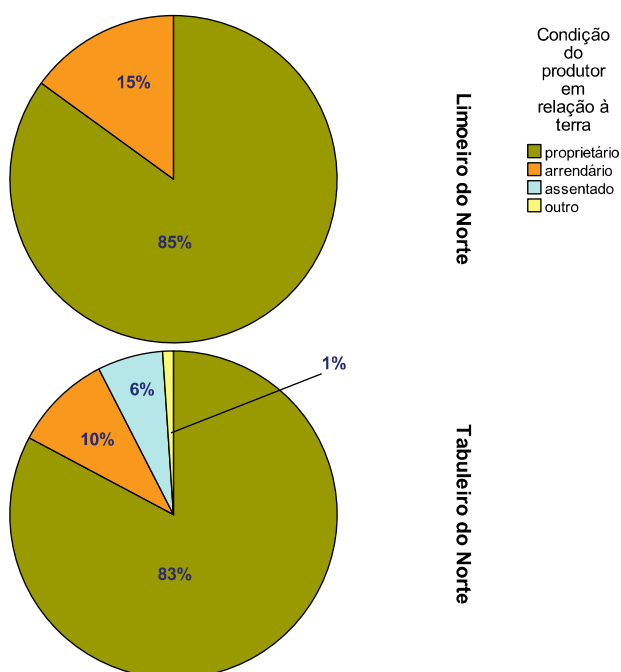


Figura 16 – Acesso do apicultor a terra.

4.1.9 Atividades extras

A atividade apícola no Nordeste brasileiro acaba não absorvendo toda a demanda por mão de obra existente durante alguns meses do ano (agosto a meados de dezembro = período de estiagem) devido às condições climáticas existentes; sendo que há a necessidade de se buscar fontes alternativas geradoras de renda que supram as

necessidades das famílias dos apicultores nos meses em que há possíveis quedas na produtividade e na comercialização do mel.

Segundo estudos realizados por Graziano e Del Grossi (1997) devemos introduzir o conceito de pluriatividade quando nos referirmos a alguma forma extra de obtenção de renda que não esteja diretamente ligada ao setor agropecuário para as populações rurais. Este conceito relaciona as diferentes combinações possíveis entre atividades agrícolas e não agrícolas com ocupações fora da agricultura.

Para os municípios abordados neste estudo, temos na Figura 17 em termos percentuais os valores correspondentes dos apicultores que realizam outras atividades produtivas e ou mercadológicas que não estão relacionadas ao âmbito rural.

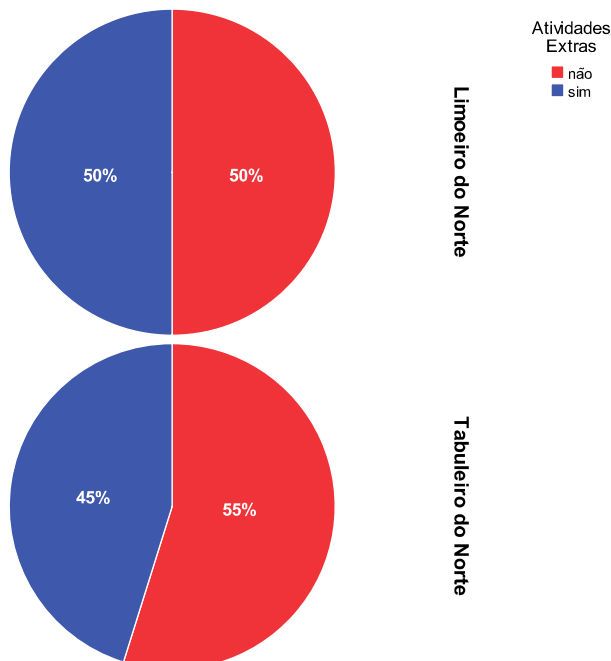


Figura 17 – Atividades extras desempenhadas pelos apicultores.

No Nordeste brasileiro, bem como no Ceará, as culturas cultivadas (agricultura de sequeiro) e o pico de produção apícola ocorrem somente na quadra invernal nordestina que vai de fevereiro até meados de julho. Dado este fator de produção sazonal, torna-se relevante o agricultor familiar ir buscar fontes de renda que não estejam ligadas ao âmbito rural e que satisfaçam às necessidades de suas famílias durante todos os meses do ano.

4.1.10 Apicultura como atividade principal ou secundária

Seguindo o mesmo raciocínio comentado no subitem anterior com relação às condições climáticas *versus* outras atividades produtivas e ou mercadológicas realizadas, podemos observar na Figura 18 que os apicultores entrevistados no município de Tabuleiro do Norte classificam a apicultura como atividade secundária em um índice de 85%. Já para os apicultores de Limoeiro do Norte, participantes desta pesquisa, a apicultura é tida como secundária para 60% dos entrevistados, sendo um índice que implica numa maior dedicação por parte dos produtores deste município em relação aos produtores de Tabuleiro do Norte.

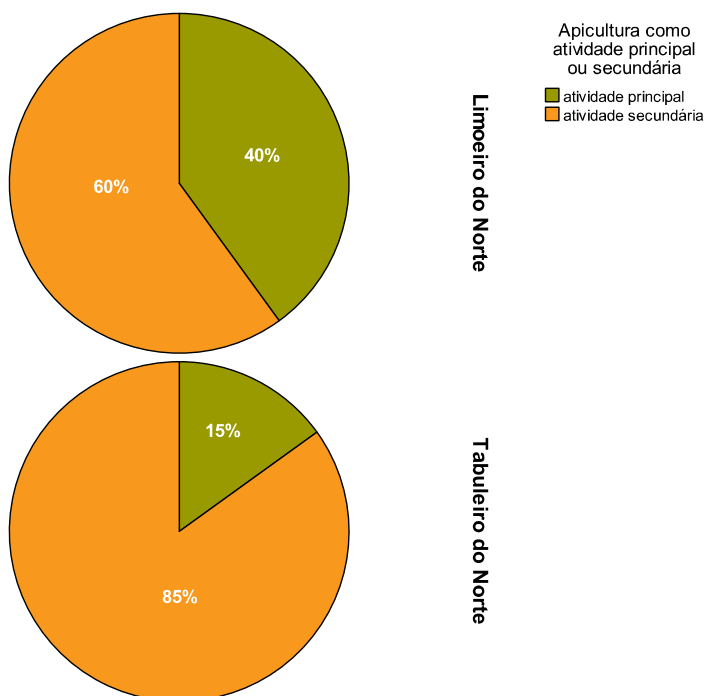


Figura 18 – Atividade apícola como principal ou secundária.

4.2 Modelos de Regressão da Produção Anual de Mel

Estimar um modelo de regressão que explique a produção anual de mel de ambos os municípios a partir de variáveis de infraestrutura e condição socioeconômica do apicultor, serão descritos alguns modelos de regressão que atendem aos pressupostos básicos para um modelo de regressão: normalidade dos resíduos, não autocorrelação e homocedasticidade, como também modelos que não atendem a estes mesmos pressupostos (Apêndice A).

Os modelos de regressão serão avaliados seguindo o método econométrico apresentado no fluxograma da Figura 5. Os modelos de regressão que atenderem a todos os pressupostos serão aqueles que melhor estimarão a produção de mel de abelha para ambos os municípios avaliados.

4.2.1 Modelo de regressão não-linear (log-log) simples

Diante do desafio de encontrar um modelo de regressão que atenda aos principais pressupostos (normalidade dos resíduos, não autocorrelação e homocedasticidade) foram realizadas análises considerando um modelo de regressão não linear.

A forma funcional escolhida foi o modelo log-log que decorre do fato do logaritmo aparecer em ambos os termos, na variável dependente produção (PROD_09) e na variável explicativa número de colmeias (COLM_09). A equação original assume a seguinte forma: $y_t = \beta_1 \cdot x_t^{\beta_2}$, que pode ser linearizada aplicando o logaritmo natural em ambos os lados da equação.

Dessa forma, a equação se torna: $\ln(y_t) = \ln \beta_1 + \beta_2 \cdot \ln(x_t)$, o que permite aplicar a técnica de regressão linear na forma funcional não linear. Vale destacar que a variável número de colmeias foi aquela escolhida para transformação logarítmica uma vez que em todos os modelos lineares anteriores essa variável explicativa foi a que apresentou maior correlação com a variável dependente.

Foi realizado dessa forma a calibração da regressão considerando a variável dependente logaritmo natural da produção ($\ln$ PROD_09), logaritmo natural do número de colmeias ($\ln$ COLM_09) e as demais variáveis potencialmente explicativas. Novamente foi utilizado o método *stepwise* para a seleção das variáveis a um nível de significância $\alpha = 5\%$, havendo a exclusão das demais variáveis explicativas a este nível de significância (ver Tabela 10), resultando em um modelo de regressão não linear (log-log) simples, cujos resultados são apresentados na Tabela 7.

Comparando o R^2_{aj} deste modelo log-log (Tabela 7), em relação ao último modelo de regressão linear múltiplo, foi verificado que houve uma pequena redução (de 48,2 % para 45,7%). Essa pequena redução pode ser associada ao fato do processo *stepwise* ter gerado uma regressão simples, ou seja, com apenas uma variável explicativa.

No entanto, comparando este modelo não linear simples (log-log) com o modelo de regressão linear simples (Apêndice A, Tabela 16), foi verificado que houve um acréscimo considerável no poder de explicação R^2_{aj} , que saltou de 36,8% para 45,7%. Este ganho justifica o uso do modelo de regressão não linear (log-log) apresentado nesta seção.

Tabela 7 – Sumário do modelo da regressão não linear simples (log-log).
Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin–Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,679 ^a	,461	,457	,754089	,461	95,113	1	111	,000	2,025

a. Predictors: (Constant), COLM_09_LN

b. Dependent Variable: PROD_09_LN

A Tabela 8 indica que a regressão não linear simples (log-log) foi significativa, pois reduz os resíduos consideravelmente.

Tabela 8 – Análise de variância da regressão não linear simples (log-log).
ANOVA^{d,e}

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	54,086	1	54,086	95,113	,000 ^a
Residual	63,120	111	,569		
Total	117,206	112			

a. Predictors: (Constant), COLM_09_LN

b. Dependent Variable: PROD_09_LN

Na Tabela 9 podemos verificar os valores correspondentes aos coeficientes do modelo de regressão não linear simples (log-log).

Tabela 9 – Coeficientes do modelo de regressão não linear simples (log-log).

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	3,135	0,403		7,783	0,000	2,337	3,933
COLM_09_LN	0,830	0,085	0,679	9,753	0,000	0,661	0,998

a. Dependent Variable: PROD_09_LN

Então a equação linearizada (log-log) para determinarmos a produção em função do número de colmeias apresenta-se como:

$$\ln(\text{PROD}_{09}) = 3,135 + 0,830 \cdot \ln(\text{COLM}_{09}) \quad R^2_{aj.} = 45,7\% \quad (3)$$

(0,403) (0,085) (ep)

Na forma original não linear apresenta-se como:

$$\text{PROD}_{09} = 22,99 \cdot \text{COLM}_{09}^{0,830} \quad R^2_{aj.} = 45,7\% \quad (4)$$

(1,50) (0,085) (ep)

Tabela 10 – Variáveis excluídas do modelo de regressão não linear simples (log-log).
Excluded Variables^{a,b}

Model	Beta ln	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
					Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1 N_TRAB_API	-,059 ^a	-,797	,427	-,076	,902	1,108	,902
A_EXP	,134 ^a	1,836	,069	,172	,887	1,127	,887
D_A_EXP_10	,028 ^a	,381	,704	,036	,896	1,116	,896
A_EXP_10_COLM	,063 ^a	,735	,464	,070	,664	1,506	,664
D_API_PRINC	,081 ^a	1,140	,257	,108	,949	1,053	,949
D_ATIV_NAG	,037 ^a	,526	,600	,050	,978	1,023	,978
D_ATD_MAPA	,047 ^a	,646	,519	,062	,942	1,062	,942
MAPA_COLM	,145 ^a	1,885	,062	,177	,797	1,254	,797
D_ACESS_T	,039 ^a	,518	,606	,049	,871	1,149	,871
D_ACESS_T_COLM	,004 ^a	,054	,957	,005	,818	1,222	,818
D_ESC_ALF	-,050 ^a	-,717	,475	-,068	,994	1,006	,994
D_ESC_FUND	,052 ^a	,740	,461	,070	,997	1,003	,997

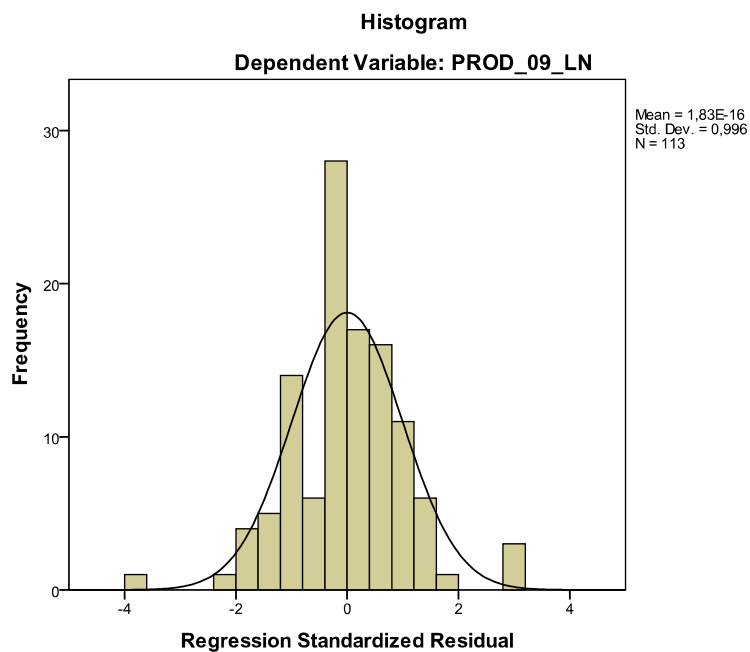
a. Predictors in the Model: (Constant), COLM_09_LN

b. Dependent Variable: PROD_09_LN

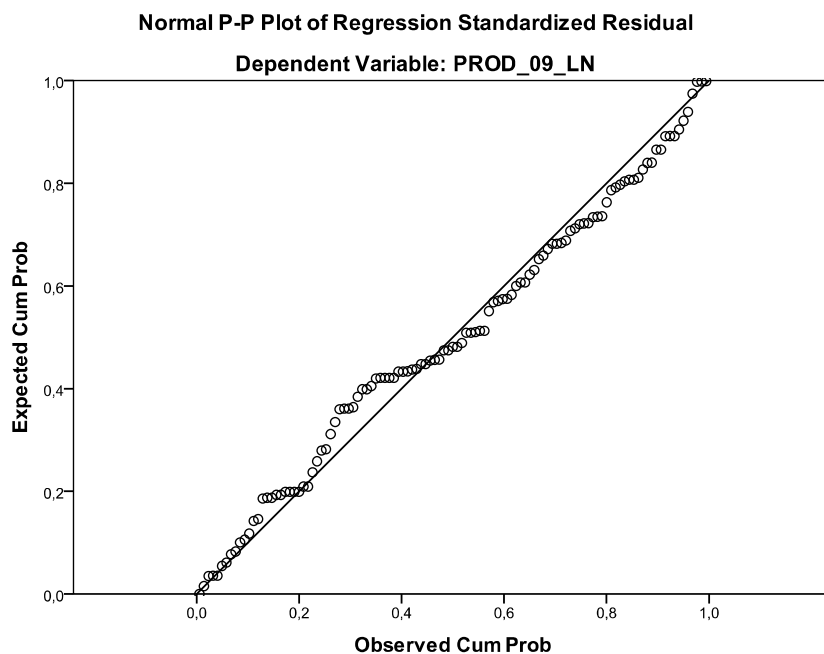
Assim como nos modelos lineares, foi avaliado se a regressão não linear simples atendia aos pressupostos de não autocorrelação, homocedasticidade e normalidade dos resíduos.

Observando a Figura 19 verifica-se que os resíduos seguem uma distribuição normal, pois a probabilidade cumulativa observada (referente ao histograma) esta

bastante próxima da probabilidade cumulativa esperada (referente à curva normal). Dessa forma o modelo de regressão não linear simples (log-log) atende o princípio da normalidade dos resíduos.



(a)



(b)

Figura 19 – Análise dos resíduos quanto à normalidade (regressão não linear simples).

Avaliando a presença de autocorrelação, a estatística Durbin-Watson apresentada na Tabela 7 teve como valor $d = 2,025$. Comparando este valor com Durbin-Watson crítico descrito em Hill *et al.* (2010) ($d_{ci} = 1,65$ e $d_{cs} = 1,69$ para $\alpha = 5\%$, $T = 113$ e $K = 2$) se aceita a H_0 de não autocorrelação entre os resíduos, ou seja, os resíduos do modelo de regressão não linear simples (log-log) calibrado nesta seção não apresentam autocorrelação.

Os resíduos do modelo de regressão não linear simples (log-log) estão indicados na Figura 20, e comparando com os resíduos do modelo transformado apresentado no Apêndice A (Figura 34), podemos verificar que os resíduos deste último modelo estão mais uniformemente distribuídos para todos os níveis de produção. O teste Goldfeld-Quandt apresentado na Tabela 11 indica que os resíduos do modelo de regressão não linear simples (log-log) apresentam homocedasticidade, este fato atende ao pressuposto de presença de resíduos homocedásticos para um modelo de regressão.

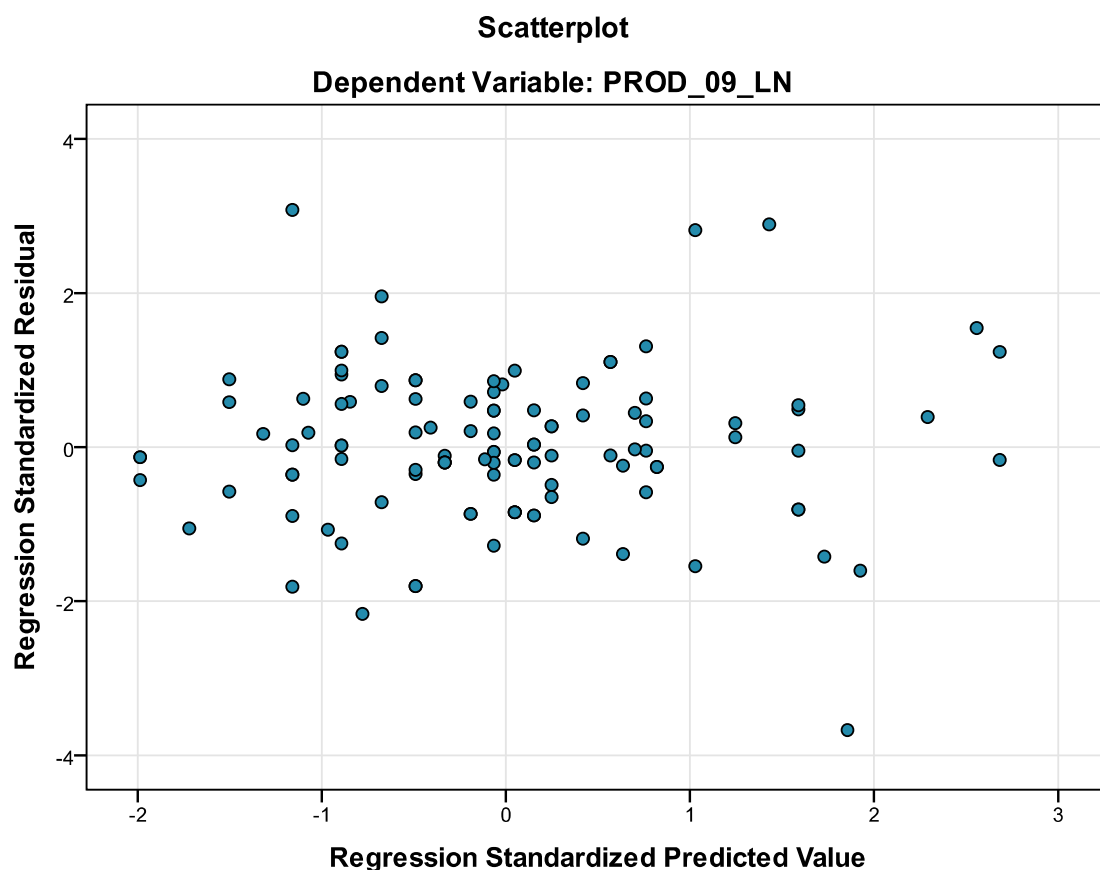


Figura 20 – Resíduos padronizados versus valor predito padronizado (regressão não linear simples).

Tabela 11 – Teste de homocedasticidade de Goldfeld-Quandt (regressão não linear simples).

$\hat{\sigma}_1^2$	$\hat{\sigma}_2^2$	$GQ = \hat{\sigma}_1^2 / \hat{\sigma}_2^2$	T ₁	T ₂	$F_c(T_1, T_2, \alpha = 5\%)$
0,633	0,502	1,26	57	56	1,53

O modelo de regressão não linear simples (log-log) atendeu aos pressupostos básicos para um modelo de regressão. Visando aumentar o poder explicativo da regressão não linear, buscou-se relaxar o critério de entrada das variáveis no processo *stepwise*, resultando em um modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo. Os resultados serão descritos na seção seguinte.

4.2.2 Modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo

Inicialmente para a construção do modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo foi utilizado o método *stepwise* para a seleção das variáveis a um nível de significância $\alpha = 7\%$, havendo a inclusão das demais variáveis explicativas a este nível de significância, resultando em um modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo, cujos resultados são apresentados na Tabela 12. O valor empregado de $\alpha = 7\%$ será mais bem discutido quando da apresentação dos coeficientes estimados.

Na Tabela 12 verifica-se o incremento no R^2_{aj} devido à inclusão de mais quatro variáveis explicativas além do número de colmeias (COLM_09_LN). Em média cada variável adicional aumentou o poder de explicação em 1,5%, valores estes que apesar de pequenos foram estatisticamente significativos. Dessa forma, o poder de explicação aumentou de 45,7% (não linear simples) para 51,2% (não linear múltipla).

As variáveis explicativas adicionais selecionadas pelo método *stepwise* com critério de entrada de $\alpha = 7\%$ foram: (i) MAPA_COLM que é uma variável *dummy* de interação entre atendimento as normas do MAPA e o número de colmeias; (ii) A_EXP que representa os anos de experiência com apicultura; (iii) D_ESC_MED, D_ESC_FUND que representam variáveis *dummy* que indicam o nível máximo de escolaridade (médio e fundamental).

Tabela 12 – Sumário do modelo da regressão não linear múltipla (log-log).
Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,679 ^a	,461	,457	,754089	,461	95,113	1	111	,000	
2	,692 ^b	,478	,469	,745566	,017	3,552	1	110	,062	
3	,707 ^c	,500	,487	,732885	,022	4,840	1	109	,030	
4	,718 ^d	,516	,498	,724638	,016	3,495	1	108	,064	
5	,731 ^e	,534	,512	,714283	,018	4,154	1	107	,044	2,098

a. Predictors: (Constant), COLM_09_LN

b. Predictors: (Constant), COLM_09_LN, MAPA_COLM

c. Predictors: (Constant), COLM_09_LN, MAPA_COLM, A_EXP

d. Predictors: (Constant), COLM_09_LN, MAPA_COLM, A_EXP, D_ESC_MED

e. Predictors: (Constant), COLM_09_LN, MAPA_COLM, A_EXP, D_ESC_MED, D_ESC_FUND

f. Dependent Variable: PROD_09_LN

A Tabela 13 indica que a regressão não linear múltipla foi significativa, pois reduz os resíduos consideravelmente.

Tabela 13 – Análise de variância da regressão não linear múltiplo (log-log).
ANOVA^{e,f}

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
5	Regression	620,615	5	120,523	240,545	0,000 ^e
	Residual	540,591	107	0,510		
	Total	1170,206	112			

e. Predictors: (Constant)0, COLM_09_LN, MAPA_COLM, A_EXP, D_ESC_MED, D_ESC_FUND

f. Dependent Variable: PROD_09_LN

Na Tabela 14 são apresentados os valores dos coeficientes do modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo e seus respectivos graus de significância.

Quando se compara a Tabela 14 com a Tabela 9, verifica-se que após o relaxamento do nível de significância de $\alpha = 5\%$ para $\alpha = 7\%$ houve um acréscimo no número de variáveis explicativas no modelo de regressão, passando de um modelo de regressão não linear (log-log) simples para um modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo. Segundo Hill *et. al* (2010) a maioria dos problemas econômicos envolvem duas ou mais variáveis explicativas (x) que influenciam na variável dependente (y).

Verifica-se na Tabela 14 a inclusão das mais diversas variáveis explicativas no modelo de regressão não linear observando seus respectivos graus de significância após ser considerado um valor de $\alpha = 7\%$ para todos os modelos. No modelo 2 (à título de demonstração) houve a inclusão da variável *dummy* MAPA_COLM que apresentou um nível de significância de $\alpha = 6,2\%$, ficando abaixo do nível de significância pré-estabelecido. O mesmo comportamento correu nos demais modelos. Observa-se que no modelo 5 houve a inclusão das seguintes variáveis explicativas: MAPA_COLM; A_EXP; D_ESC_MED e D_ESC_FUND, pois estas variáveis apresentaram um nível de significância de $\alpha < 7\%$ considerando o método de seleção *stepwise*.

Tabela 14 – Coeficientes do modelo de regressão não linear múltiplo (log-log).

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	950,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	3,135	,403		7,783	,000	2,337	3,933
COLM_09_LN	,830	,085	,679	9,753	,000	,661	,998
2 (Constant)	3,460	,434		7,973	,000	2,600	4,320
COLM_09_LN	,750	,094	,614	7,961	,000	,563	,936
MAPA_COLM	,001	,001	,145	1,885	,062	,000	,002
3 (Constant)	3,609	,432		8,356	,000	2,753	4,465
COLM_09_LN	,669	,100	,548	6,725	,000	,472	,867
MAPA_COLM	,001	,001	,172	2,241	,027	,000	,003
A_EXP	,027	,012	,160	2,200	,030	,003	,051
4 (Constant)	3,631	,427		8,498	,000	2,784	4,478
COLM_09_LN	,652	,099	,534	6,597	,000	,456	,848
MAPA_COLM	,001	,001	,173	2,276	,025	,000	,003
A_EXP	,028	,012	,165	2,291	,024	,004	,052
D_ESC_MED	,368	,197	,126	1,869	,064	-,022	,757
5 (Constant)	3,445	,431		7,995	,000	2,591	4,299
COLM_09_LN	,645	,097	,528	6,620	,000	,452	,839
MAPA_COLM	,001	,001	,174	2,328	,022	,000	,003
A_EXP	,031	,012	,185	2,578	,011	,007	,055
D_ESC_MED	,559	,215	,191	2,596	,011	,132	,986
D_ESC_FUND	,307	,151	,151	2,038	,044	,008	,606

a. Dependent Variable: PROD_09_LN

Diante deste fato e conforme apresentado no modelo 5, observa-se que a regressão não linear (log-log) simples que considerava $\alpha = 5\%$ (e que já atendia aos pressupostos básicos para o modelo de regressão) passou a ser uma regressão não linear (log-log) múltipla após o relaxamento do nível de significância para $\alpha = 7\%$.

Então a equação linearizada (log-log) múltipla para determinarmos a produção em função do número de colmeias apresenta-se como:

$$\begin{aligned} \ln(\text{PROD}_{09}) = & 3,445 + 0,645 \cdot \ln(\text{COLM}_{09}) + \\ & 0,001 \cdot \text{MAPA_COLM} \\ & + 0,31 \cdot \text{A_EXP} + 0,559 \cdot \text{D_ESC_MED} + 0,307 \text{D_ESC_FUND} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} R^2_{aj.} = & 51,2\% \\ & (0,431) (0,097) (0,001) \\ & (0,012) (0,215) (0,151) \end{aligned} \quad (\text{ep})$$

Na forma original não linear apresenta-se como:

$$\begin{aligned} \text{PROD}_{09} = & 31,34 \cdot \text{COLM}_{09}^{0,645} \cdot \exp(0,001 \cdot \text{MAPA_COLM} \\ & + 0,31 \cdot \text{A_EXP} + 0,559 \cdot \text{D_ESC_MED} \\ & + 0,307 \text{D_ESC_FUND}) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} R^2_{aj.} = & 51,2\% \\ & (0,431) (0,097) (0,001) \\ & (0,012) (0,215) (0,151) \end{aligned} \quad (\text{ep})$$

Assim como no modelo de regressão não linear simples já descrito, foi avaliado se a regressão não linear múltipla atendia aos pressupostos de não autocorrelação, homocedasticidade e normalidade dos resíduos.

Observando a Figura 21 verifica-se que os resíduos seguem uma distribuição normal, pois a probabilidade cumulativa observada (referente ao histograma) esta bastante próxima da probabilidade cumulativa esperada (referente à curva normal). Dessa forma o modelo de regressão não linear (log-log) múltipla atende o principio da normalidade dos resíduos.

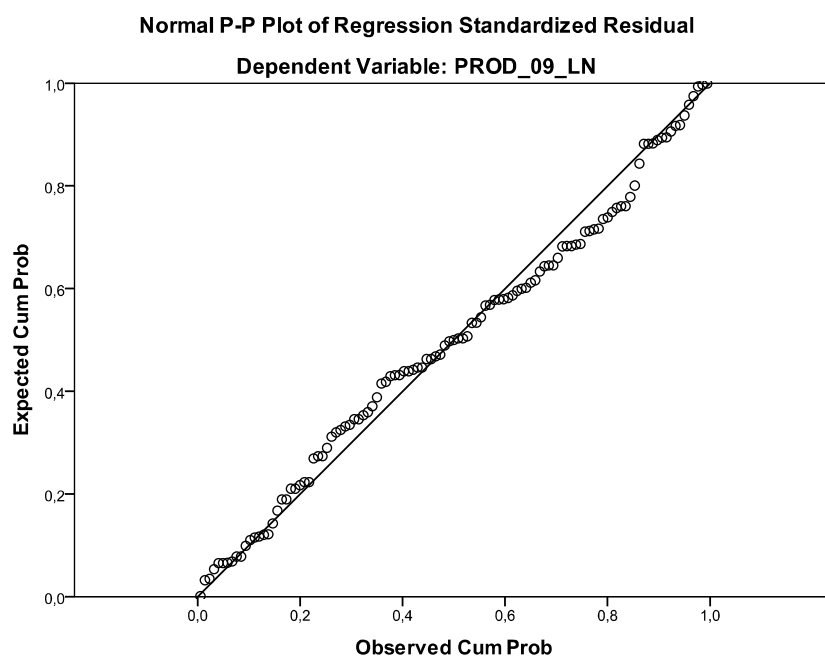
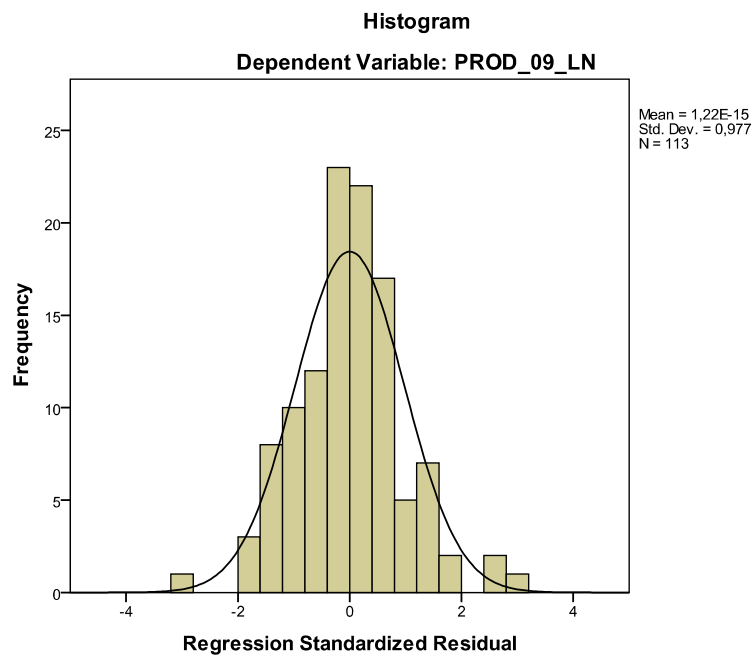


Figura 21 – Análise dos resíduos quanto à normalidade (regressão não linear múltiplo – log-log).

Avaliando a presença de autocorrelação, a estatística Durbin-Watson apresentada na Tabela 12 teve como valor $d = 2,098$. Comparando este valor com Durbin-Watson crítico descrito em Hill *et al.* (2010) ($d_{ci} = 1,65$ e $d_{cs} = 1,69$ para $\alpha = 5\%$, $T = 113$ e $K = 2$) se aceita a H_0 de não autocorrelação entre os resíduos, ou seja, os

resíduos do modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo calibrado nesta seção não apresentam autocorrelação.

Os resíduos do modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo estão indicados na Figura 22, e comparando com os resíduos apresentados no modelo de regressão não linear (log-log) simples da seção anterior (Figura 20), podemos verificar que os resíduos deste último modelo estão mais uniformemente distribuídos para todos os níveis de produção. O teste Goldfeld-Quandt apresentado na Tabela 15 indica que os resíduos do modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo apresentam homocedasticidade, este fato atende ao pressuposto de presença de resíduos homocedásticos para um modelo de regressão.

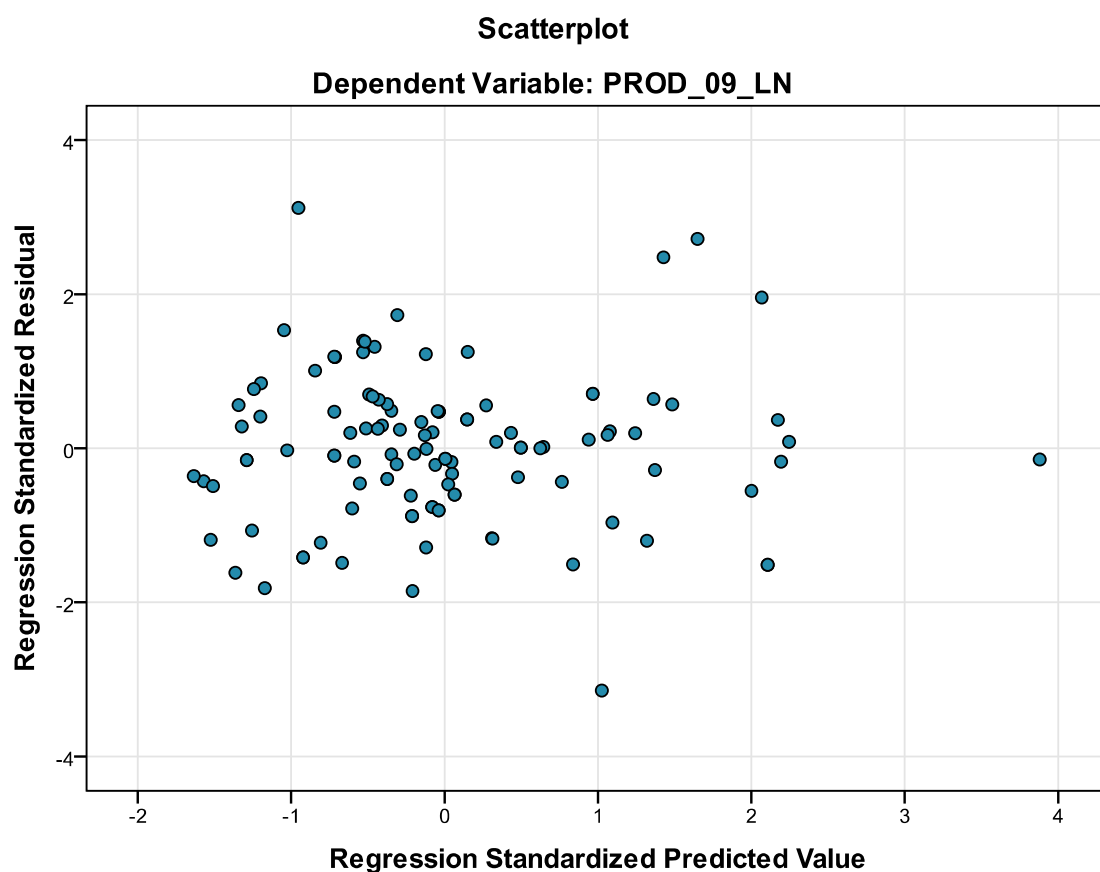


Figura 22 – Resíduos padronizados versus valor predito padronizado (regressão não linear múltiplo – log-log).

Tabela 15 – Teste de homocedasticidade de Goldfeld-Quandt (regressão não linear múltipla).

$\hat{\sigma}_1^2$	$\hat{\sigma}_2^2$	$GQ = \hat{\sigma}_1^2 / \hat{\sigma}_2^2$	T ₁	T ₂	$F_c (T_1, T_2 \text{ e } \alpha = 7\%)$
17.126	12.527	1,38	57	56	1,53

O modelo de regressão não linear (log-log) múltiplo atendeu aos pressupostos básicos para um modelo de regressão. A sua finalidade foi o de dar maior poder de explicação possível em resposta às variações ocorrentes na produção de mel de abelha para os municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte.

4.3 Caracterização da Comercialização Apícola

A qualidade do mel *in natura* está diretamente relacionada com a sanidade (livre de quaisquer substâncias que tragam risco a saúde humana), pois cada vez mais os consumidores exigem informações relacionadas ao rastreamento adequadas e fidedignas sobre os alimentos que irão consumir sendo uma tendência global. A sanidade torna-se relevante no processo de comercialização do mel sendo um fator primordial para que haja a inserção do mel brasileiro no mercado internacional. Para tanto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no intuito de atestar que o mel brasileiro está livre de quaisquer substâncias contaminantes estabelece alguns princípios para que haja a plena sanidade do mel a ser comercializado. O princípio da rastreabilidade ocorre quando o mel coletado no campo (nas colmeias) é extraído em Casas de Mel padronizadas com todos os equipamentos e pessoal treinado para tal finalidade, dando maior credibilidade na relação direta entre qualidade e sanidade para o mel.

Diante de o fator sanidade ter se tornado um fator determinante no processo de comercialização do mel de abelha, mostrou-se relevante a investigação da situação dos municípios avaliados com relação a esse pré-requisito. Na Figura 23, o município de Tabuleiro do Norte hoje se encontra com 13% das suas Casas de Mel adequadas aos padrões do MAPA contra 35% de Limoeiro do Norte. O mel quando extraído em uma Casa de Mel que atende as normas do MAPA passa a ter uma maior credibilidade em relação a sua sanidade e é durante essa fase de extração que se dá o início da rastreabilidade do mel que é separado por lotes com as coordenadas geográficas do seu

apiário de origem. O fator rastreabilidade é determinante quando se avalia o nível produtivo de mel para cada município (Tabela 6). De acordo com o que foi declarado pela Associação de Apicultores de Tabuleiro do Norte não existe um controle efetivo dos dados relacionados com a produção devido muito do mel que é produzido pelo município não passar por uma Casa de Mel padronizada pelo MAPA, havendo consequentemente carência na rastreabilidade e consequentemente perdas de dados relacionados a produção efetiva do município.

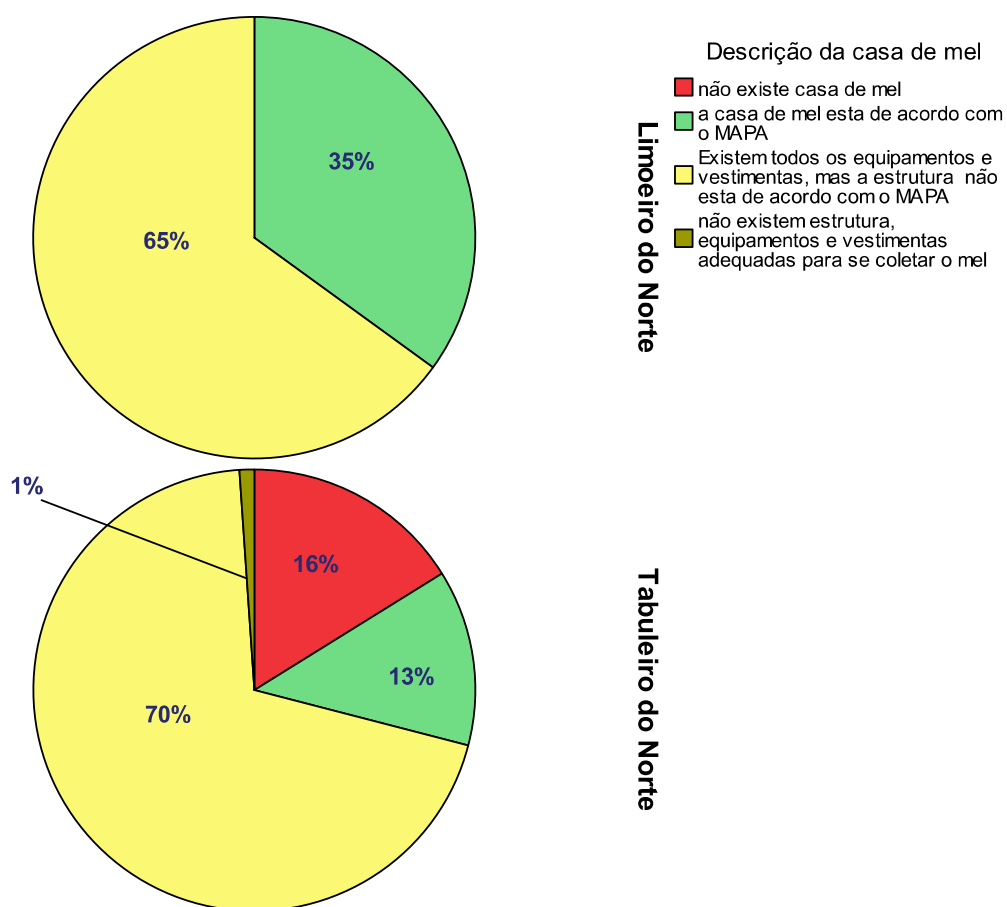


Figura 23 – Descrição da casa de mel.

Dando prosseguimento a avaliação do processo de comercialização realizado pelos apicultores nos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte, temos dados descritivos apresentados nas Figuras 24 e 25 a seguir.

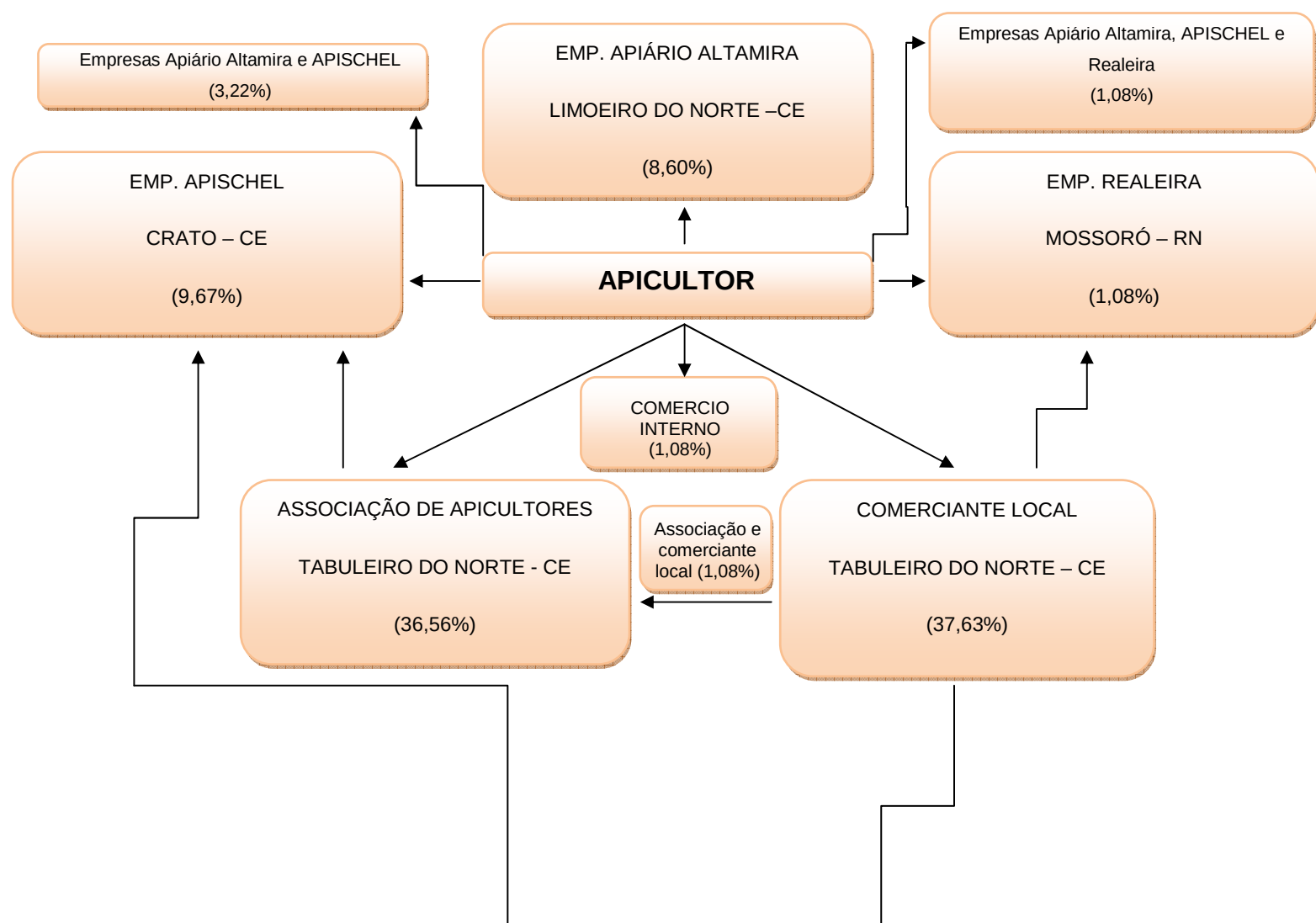


Figura 24 – Fluxograma do percentual comercializado e vias de comercialização do mel realizado no município de Tabuleiro do Norte-CE.

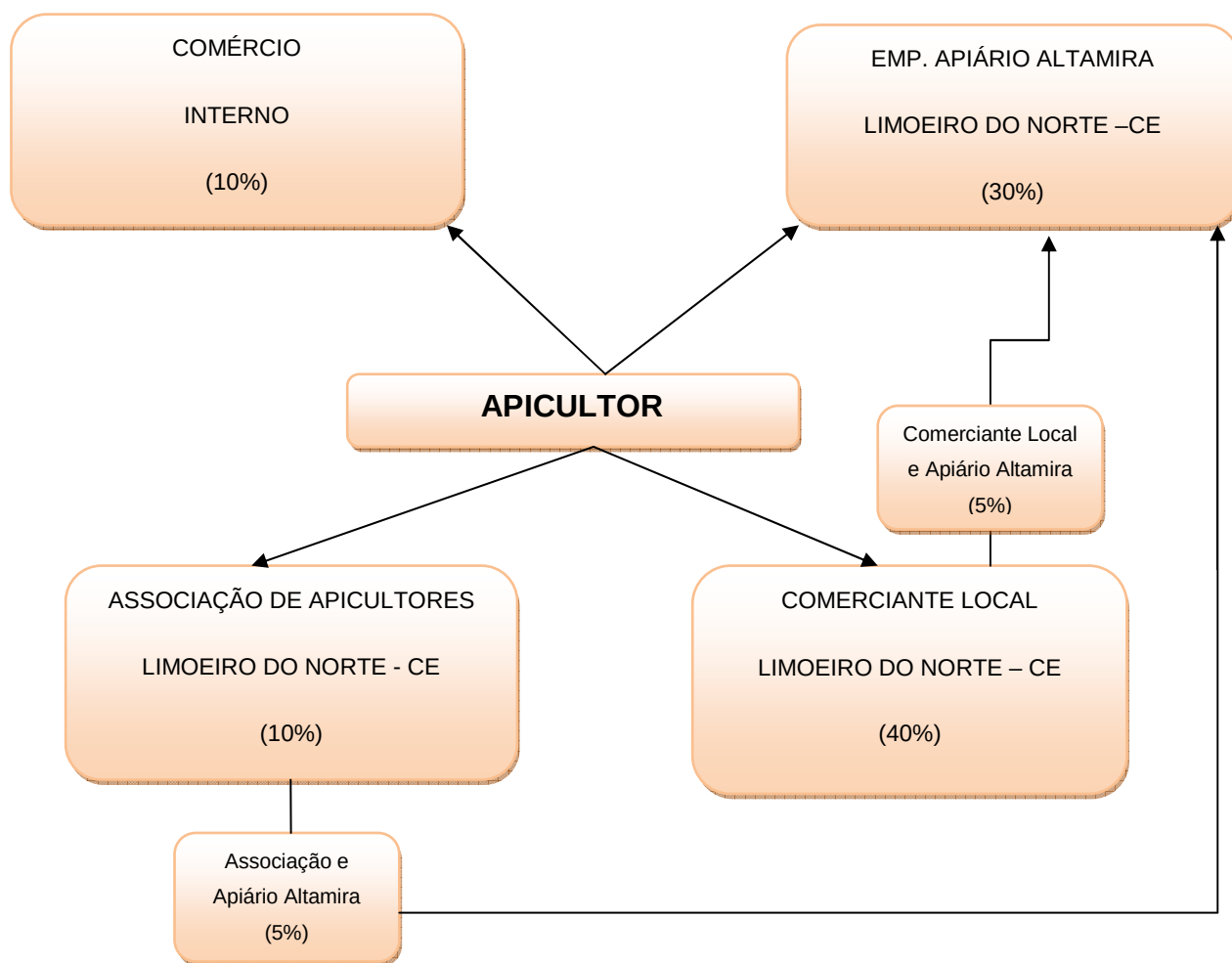


Figura 25 – Fluxograma do percentual comercializado e vias de comercialização do mel realizado no município de Limoeiro do Norte-CE.

Observa-se que 36,6% dos apicultores entrevistados no município de Tabuleiro do Norte (de um total de 93 entrevistados) preferem comercializar seu mel via associação de apicultores contra apenas 10% de Limoeiro do Norte (de um total de 20 entrevistados).

A atuação do comerciante no processo de comercialização em ambos os municípios se apresentou um pouco mais elevado se compararmos com a atuação das associações de apicultores nesse quesito. Em Tabuleiro do Norte 37,63% dos entrevistados relataram vender sua produção diretamente para o comerciante e em Limoeiro do Norte 40% dos entrevistados comercializavam com comerciantes. O comerciante representa um elo entre produtores e empresas no processo de

comercialização na maioria dos casos e sua completa ausência pode até quebrar um determinado fluxo de comercialização.

Observando o comportamento dos comerciantes de ambos os municípios, foi verificado que eles dão suporte técnico aos pequenos apicultores. Alguns comerciantes já possuem Casas de Mel adequadas às normas do MAPA ou em níveis de adequação sendo esta característica relevante, pois muitos dos pequenos apicultores utilizam essa estrutura favorecida pelos comerciantes para realizarem o processo de extração do seu mel. Consequentemente o mel extraído nas dependências da Casa de Mel do comerciante já fica ali mesmo para ser armazenado para ser posteriormente comercializado.

Os comerciantes também alugam as suas Casas de Mel para um ou mais apicultores e cobram uma determinada porcentagem pelo mel que foi extraído e geralmente o pagamento ocorre em kg de mel colhido. Outro ponto que merece destaque são as empresas com as quais os comerciantes comercializam destacando algumas empresas presentes nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Norte e Piauí. A relação com nomes das empresas desses estados não foi relatada durante o processo de coleta de dados dessa pesquisa, mas os comerciantes, que em muitos casos são também apicultores, têm como principal escolha na hora de comercializar o mel, aquela empresa que estiver pagando um melhor preço pelo kg do mel.

Existem empresas que comercializam diretamente o mel com os apicultores merecendo destaque o Apiário Altamira de Limoeiro do Norte, a empresa APISCHEL do Crato-CE e Realeira do Rio Grande do Norte.

A empresa Apiário Altamira pela proximidade e por estar inserida na área geográfica desse estudo se apresentou como a mais relevante nos índices de comercialização. Para o município de Tabuleiro do Norte a comercialização se dá em 8,6% dos casos e para Limoeiro do Norte ocorre a um nível de 30% merecendo destaque que estes números foram retirados e avaliados a partir de um número amostral para cada município podendo haver uma elevação desses parâmetros se for considerada a população de apicultores como um todo para cada município.

As outras empresas relatadas que comercializam com maior frequência com os apicultores foram a APISCHEL e a Realeira com índices de 9,67 e 1,08% respectivamente para o município de Tabuleiro do Norte e 0% para o município de Limoeiro do Norte.

A comercialização do mel no mercado interno ou local mostrou-se pouco expressiva entre os apicultores entrevistados em ambos os municípios (Figura 26). Apenas 1% dos apicultores de Tabuleiro relataram comercializar seu mel de forma direta no comércio local e em Limoeiro esse índice foi de 10%. Segundo Silva (2007) a baixa comercialização do mel de abelha no mercado local ocorre pelo fato do mel ser considerado um produto medicinal entre os brasileiros diferente de países europeus que consideram o mel um alimento funcional rico em vitaminas.

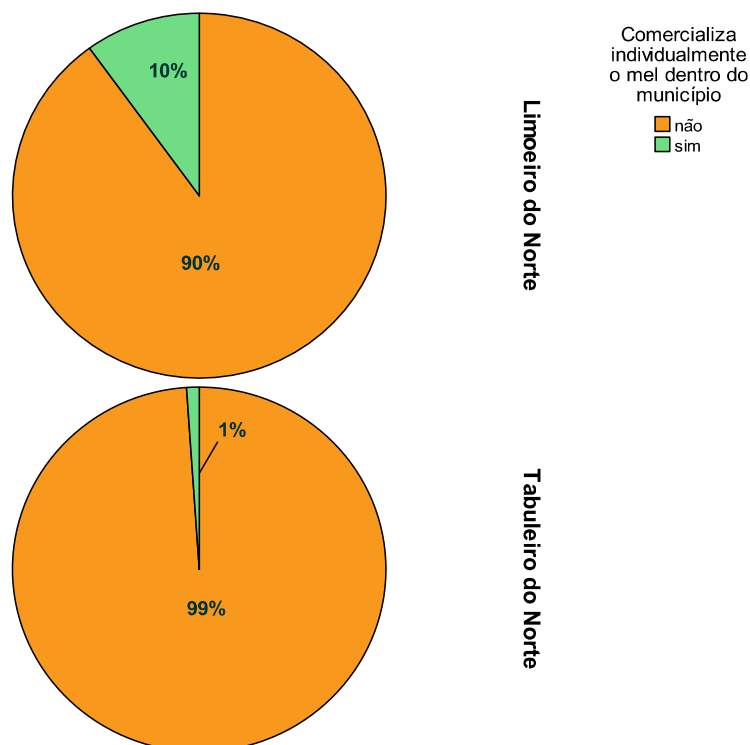


Figura 26 – Comercialização individual dentro do município.

A pesquisa procurou também relatar os parâmetros de escolha na hora de comercializar mel entre os entrevistados. Segundo a Figura 27, o parâmetro que se mostrou mais relevante foi o maior preço pago pelo kg do mel sendo coerente com qualquer outro mercado agropecuário. Essa tendência é observada para ambos os municípios.

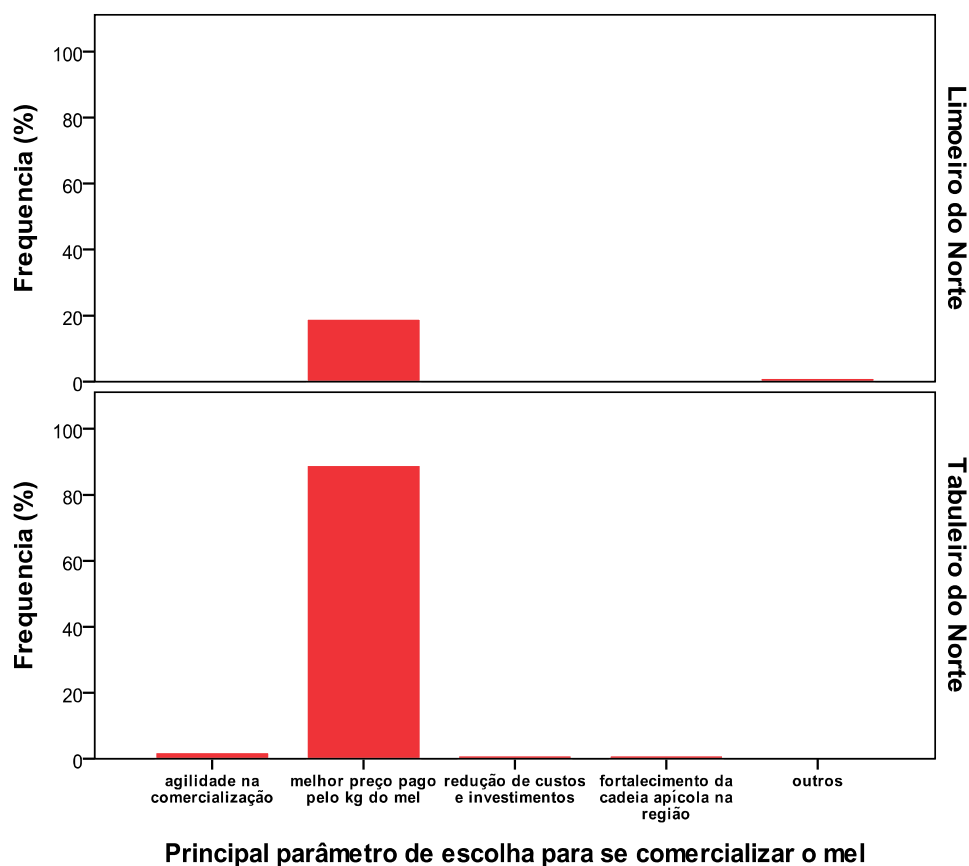


Figura 27 – Principal parâmetro de escolha para se comercializar mel de abelha.

Com relação ao preço pago pelo kg de mel aos apicultores foram considerados valores pagos para o ano de 2009 pelo seguinte motivo, o ano de 2010 foi atípico em relação à produção e comercialização. Os entrevistados relataram que não houve qualquer tipo de relação comercial entre eles e seus principais demandantes no ano de 2010 devido aos baixos índices pluviométricos ocorridos na região de estudo que influenciou diretamente no período de floração das espécies vegetais da caatinga e consequentemente na produção de mel.

Para o ano de 2009 verifica-se como mostrado na Figura 28 que o preço pago pelas empresas, associações e atravessadores pelo kg do mel ficou em torno de R\$ 3,50 para a maioria dos apicultores entrevistados. No mercado internacional o kg do mel para o ano de 2009 ficou em US\$ 2,18 (MDIC, 2009). Entre os entrevistados, os apicultores de Tabuleiro do Norte obtiveram maiores lucros em 87% dos casos, recebendo valores entre R\$ 3,50 e 4,50. Se verificarmos esse mesmo parâmetro para Limoeiro do Norte observa-se que apenas 65% dos entrevistados receberam valores entre R\$ 3,50 e 4,50.

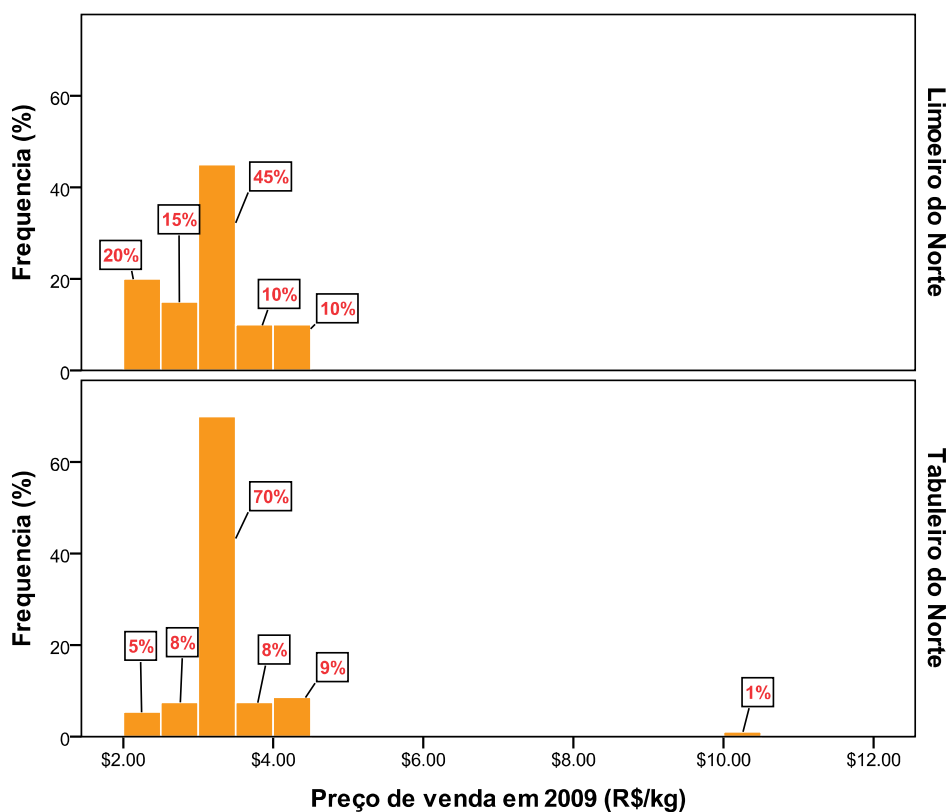


Figura 28 – Preço de venda do mel (2009).

Observando os valores apresentados neste subitem para os municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte, podemos verificar que apesar dos dois municípios serem vizinhos, cada um apresentou suas peculiaridades em relação à comercialização de mel de abelha. Os maiores lucros obtidos pelos apicultores entrevistados de Tabuleiro do Norte foram possivelmente obtidos devido às ações realizadas pela associação de apicultores deste município que influenciou diretamente no preço pago pelo kg do mel comercializado via associação. As situações das associações de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte serão descritas posteriormente neste trabalho.

4.4 Descrição das Associações de Apicultores dos Municípios de Tabuleiro e Limoeiro do Norte

4.4.1 Associação de Apicultores de Tabuleiro do Norte

A associação de apicultores de Tabuleiro do Norte tem sua sede provisória (alugada) no centro da cidade. Fundada em 2003 atende associados que distam um raio de até 70 km, tendo como responsável pela assistência técnica o engenheiro agrônomo

Jean C. Maia que domina de forma plena as principais técnicas apícolas ligadas ao manejo. O representante da associação entrevistado foi o Sr. Gilvanny J. B. Souza que hoje está na função de tesoureiro. Entre 2006 a 2010 o Sr. Gilvanny foi o presidente da associação.

Segundo o Sr. Gilvanny a associação encontra-se hoje com 61 associados e durante a sua implantação não recorreu a nenhum tipo de financiamento trabalhando apenas com os recursos oriundos de seus associados. Desde a sua fundação os dirigentes procuraram sempre trabalhar com o maior número de informações possíveis sobre o mercado e as principais e melhores técnicas aplicadas no manejo dos apiários atualmente no intuito de elevar a produtividade das colmeias. A associação mostrou-se organizada dando suporte técnico e informações sobre as tendências de preços do mel no mercado internacional implementando a consciência da importância de se escolher o momento mais oportuna para se comercializar.

Na associação de apicultores de Tabuleiro do Norte existem políticas relacionadas ao controle da qualidade do mel. Essa preocupação é demonstrada pela existência de um banco de amostras de mel identificadas por produtor e época de colheita. Cada amostra é analisada em laboratórios específicos que atestam a qualidade ligada à sanidade, demonstrando que o mel produzido pelo apicultor associado encontra-se livre de qualquer contaminante. A associação de apicultores de Tabuleiro do Norte tem como ação enviar para laboratórios específicos amostras dos diferentes meles produzidos pelos seus associados no intuito de obter os certificados necessários que atestem a sanidade do mel.

Existem parcerias entre a associação e proprietários de Casas de Mel que atendem a todas as normas e padrões exigidos pelo MAPA sendo um total de três que atendem aos associados. Deve-se destacar que os proprietários destas Casas de Mel também são integrantes da associação. O mel extraído nestas Casas de Mel é armazenado em decantadores de aço inox e há existência de funcionários que são responsáveis em só realizar o procedimento de extração do mel, sendo realizado nestes exames médicos anuais.

A associação no ano de 2009 (ano produtivo normal) pagou aos seus associados R\$ 3,84 pelo kg de mel e comercializou cerca de 120.000 kg com a empresa APISCHEL do Crato-CE, sendo exigida pela empresa a certificação de que o produto foi extraído em Casa de Mel certificada pelo MAPA. Deve-se frisar segundo relatado pelo Sr. Gilvanny, que a associação não tem recurso próprio para o pagamento direto

pelo mel adquirido de seus associados, ou seja, a associação aguarda o pagamento que será realizado pela empresa com a qual comercializou para, a partir daí poder realizar o pagamento pelo mel adquirido de seus associados.

Além da certificação referente à Casa de Mel que atende as normas do MAPA, a Associação de Apicultores de Tabuleiro do Norte tem certificações específicas para vender o mel como orgânico no mercado internacional dada pelo Instituto Biodinâmico (IBD), órgão vinculado ao MAPA responsável por exercer o controle de produtos orgânicos brasileiros.

Seguindo a investigação sobre a influência da associação no mercado apícola, foi perguntado ao Sr. Gilvanny como estava sendo realizada a comercialização dos demais produtos apícolas (pólen, própolis e geleia real). O Sr. Gilvanny nos relatou que ainda não existe na região uma cadeia produtiva qualificada para a produção dos demais produtos apícolas além do mel sendo necessário realizar um trabalho nesse sentido a longo prazo. O Sr. Gilvanny reconhece a importância de inserir no mercado regional a produção de pólen, própolis e geleia real, pois nem sempre o mel tem níveis de preços satisfatórios ao longo do ano.

Finalizando a avaliação da Associação de Apicultores de Tabuleiro do Norte, foram investigados alguns aspectos relacionados à sua política interna. Existem eleições diretas com os associados a cada dois anos para a escolha do presidente com direito do presidente se candidatar a reeleição. Os demais dirigentes da associação são também escolhidos por voto direto, porém, estes não podem se candidatar a reeleição.

A margem de lucro da associação após a venda do mel é de 20% sendo destinada para a manutenção da estrutura física e de equipamentos existentes na associação (computador, máquina fotográfica, GPS, refratômetro, dentre outros). O Sr. Gilvanny espera que num futuro próximo a associação passe a se tornar cooperativa dando maior poder de barganha aos apicultores do município de Tabuleiro do Norte.

Para tanto, estudos estão sendo realizados e a Associação de Apicultores de Tabuleiro do Norte tem trabalhado com empenho e dedicação para atingir o seu propósito de se tornar uma cooperativa de influência regional, agregando associados tanto do município em que já atua como dos demais municípios produtores de mel da região do baixo Jaguaribe.

4.4.2 Associação de Apicultores de Limoeiro do Norte

A associação de Apicultores de Limoeiro do Norte foi fundada no ano de 2001 e se reúne mensalmente na associação dos produtores rurais do distrito de Canafístula do Bixopá (não tem sede própria), que dista há 20 km da sede do município de Limoeiro do Norte tendo um raio de atuação de até 30 km.

O responsável pela associação e entrevistado nessa pesquisa foi o Sr. José Evanildo Mendes Maia presidente da associação. Segundo o Sr. Evanildo existem hoje 35 associados que comercializam a sua produção de mel e compram insumos juntos no intuito de obter maiores lucros e baratear seus custos.

Com relação ao local de extração do mel dos seus associados, o Sr. Evanildo nos informou que a associação não possui uma Casa de Mel própria. O mel extraído na Casa de Mel da comunidade do Croatá não atende aos padrões exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para tal finalidade.

A associação não tem recursos financeiros próprios para poder realizar o pagamento imediato do mel fornecido pelos seus associados, aguardando o pagamento que será posteriormente encaminhado pela empresa ou entidade envolvida na negociação para que possa a partir daí realizar o pagamento dos seus fornecedores de mel, que no caso são os apicultores associados.

Segundo o Sr. Evanildo o fato da associação não possuir recursos próprios que venham a garantir o pagamento imediato do mel adquirido se torna um grave problema, pois muitos apicultores preferem vender o seu mel de forma individual a comerciantes que pagam de forma imediata a preços não muito condizentes com o mercado, havendo um enfraquecimento da associação.

Devemos ressaltar que tanto o Sr. Evanildo presidente da Associação de Apicultores de Limoeiro do Norte, como o Sr. Gilvanny representante da Associação de Apicultores de Tabuleiro do Norte concordam com a necessidade de se estabelecer uma cooperativa na região com recursos financeiros próprios para que se possa fortalecer a cadeia produtiva apícola como um todo, tirando das empresas e dos comerciantes, parte do poder de barganhar por melhores preços durante a fase de comercialização do mel.

A associação no ano de 2009 (ano produtivo normal) pagou aos seus associados R\$ 3,00 pelo kg de mel e comercializou cerca de 50.000 kg de mel com os seguintes agentes: prefeitura de Limoeiro do Norte, Apiário Altamira de Limoeiro do Norte, comerciante do município de Russas e CONAB. As exigências em relação a

averguiação da sanidade do mel ocorrem sob as mais variadas formas. A empresa Apiário Altamira, por exemplo, leva amostras do mel da associação para serem avaliadas em laboratórios específicos para tal finalidade. Já a prefeitura de Limoeiro do Norte tem como exigência um laudo dado pela vigilância sanitária do próprio município.

Sob o mesmo tema da qualidade do mel relacionado com a sanidade, o Sr. Evanildo informou que todos os equipamentos utilizados no processo de extração (decantadores, mesas, baldes, centrifugas dentre outros) são de aço inox e que existe uma equipe de funcionários (que utilizam luvas, toucas botas e batas) responsáveis por somente bater o mel dentro das instalações da Casa de Mel.

Quando perguntado sobre a comercialização de outros produtos apícolas comercializados via associação, o Sr. Evanildo assim como o Sr. Gilvanny foram bem taxativos em afirmar que ainda não existe na região uma cadeia produtiva qualificada para a produção dos demais produtos apícolas sendo necessário realizar um trabalho de longo prazo de conscientização sobre a importância em se produzir pólen, própolis e geleia real para que haja elevação nos níveis de renda dos apicultores.

Finalizando, a avaliação da Associação de Apicultores de Limoeiro do Norte, foram investigados alguns aspectos relacionados à sua política interna. Existem eleições diretas com os associados a cada dois anos para a escolha do presidente com direito do presidente se candidatar a reeleição. Os demais dirigentes a cada eleição são trocados em 50%, ou seja, ficam no cargo 50% e os demais cargos são colocados em votação. A associação não cobra dos seus associados nenhum valor ou parcela correspondente a comercialização do mel, sendo apenas cobrada uma parcela de R\$ 5,00 mensais para manutenção da mesma.

O Sr. Evanildo hoje trabalha para que num futuro próximo a Associação de Apicultores de Limoeiro do Norte venha a ter sua sede própria, sendo fator determinante para ampliação no número de associados e expansão da sua área de abrangência.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Após a análise e discussão dos resultados, as principais conclusões obtidas foram:

- A apicultura para ambos os municípios avaliados mostrou-se como uma fonte complementar de renda inserida no contexto da agricultura familiar.

- Os anos de experiência em qualquer atividade econômica é fator primordial para que haja redução de erros ocorrentes nos processos produtivos ou comerciais. Para o município de Tabuleiro do Norte grande parte dos entrevistados está envolvida com a apicultura há 6 e 8 anos. Já em Limoeiro do Norte, este número sobe para 14 anos. Para os dois municípios, vale ressaltar que este tempo de experiência já é relevante em termos de conhecimento das principais técnicas e formas de manejo a serem permanentemente implementadas em seus apiários.

- O nível educacional dos apicultores é baixo sendo necessário que se implantem políticas educacionais adequadas que atendem as necessidades dos trabalhadores rurais na busca da relação direta entre elevação no nível de conhecimento e elevação na eficiência produtiva.

- A grande parcela reside na zona rural (cerca de 90%) e dista em média 20 e 35 km da sede do município. Devido a esta característica, foi observado que na maioria dos casos a figura do comerciante se torna primordial na busca de escoar a produção.

- Ambos os municípios apresentaram bons índices relacionados ao acesso aos serviços públicos básicos de água, energia elétrica e saneamento básico, demonstrando que os bons níveis produtivos existentes estão relacionados diretamente com estes fatores.

- Entre os entrevistados, foi observado que poucos arrendavam terra (15% para Limoeiro do Norte e 10% para Tabuleiro do Norte). Essa característica apresenta-se como um fator positivo e estimulante nos processos produtivos e comerciais.

- Devido a questões climáticas da área geográfica avaliada, para ambos os municípios a apicultura é tida como uma atividade complementar da renda anual da propriedade agrícola, pois sua produção ocorre somente durante a quadra invernal que vai de fevereiro até meados de junho-julho no semiárido nordestino.

- Na busca de se investigar o poder de explicação das variáveis explicativas que poderiam influenciar diretamente na variação da produção de mel para os

municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte (com nível de significância $\alpha = 7\%$), obteve-se uma equação de regressão não linear (log-log) múltipla que atendia a todos os pressupostos para um modelo de regressão e que explicava cerca de 51% da variação na produção para o ano de 2009. Neste modelo de regressão não linear (log-log) múltipla as variáveis significativas foram: *dummy* de interação atende o MAPA x o nº de colmeias, anos de experiência com apicultura e *dummies* escolaridades níveis médio e fundamental. Essas variáveis embora representem uma pequena parcela no poder de explicação do modelo devem ser consideradas em estudos futuros que visem compreender a produção de mel em regiões distintas, sendo um modelo adequado na busca de se estimar a variação na produção de mel de abelha.

- Os canais ou vias para a comercialização do mel de abelha para cada município apresentaram suas peculiaridades. Em Tabuleiro do Norte, 31% dos entrevistados relataram vender sua produção de mel para atravessadores contra apenas 7% dos apicultores entrevistados em Limoeiro do Norte. Ao avaliarmos o papel das associações como vias de comercialização do mel, foi observado que 30% dos apicultores de Tabuleiro do Norte preferem negociar sua produção de mel via associação contra apenas 2% de Limoeiro do Norte. A empresa apiário Altamira, por estar localizada na mesma área geográfica avaliada, foi a que mais se destacou em termos de relações comerciais com os apicultores de ambos os municípios, comprando 7% da produção dos apicultores de Tabuleiro do Norte e 4% dos apicultores de Limoeiro do Norte.

- A comercialização do mel de abelha no mercado doméstico de forma direta não é significativa. Este fato é característico devido a níveis baixíssimos de demanda ocorrente no mercado interno do mel.

- Os apicultores, em ambos os municípios, tem um maior estímulo em comercializar o mel quando o preço do mesmo encontra-se em níveis mais elevados e costumam comercializar com os agentes que pagam mais pelo produto sejam eles comerciantes, empresas ou associações. Para o ano de 2009 (ano produtivo avaliado tido como normal) o preço pago pelo quilo do mel aos apicultores de ambos os municípios ficou variando entre R\$ 3,50 e R\$ 4,50.

- A associação de apicultores de Tabuleiro do Norte em comparação com a associação de apicultores de Limoeiro do Norte se apresentou de forma mais organizada e atuante. A associação de apicultores de Tabuleiro do Norte visa se tornar uma cooperativa num futuro bem próximo, beneficiando todos os apicultores e municípios

produtores de mel de abelha do Baixo Jaguaribe. Já a associação de apicultores de Limoeiro do Norte hoje luta para se organizar e ampliar o seu número de associados. Para tanto, há a necessidade da associação de apicultores de Limoeiro do Norte construir sua sede própria, ou seja, ter uma infraestrutura adequada para que se possa armazenar o mel adquirido de seus associados de forma adequada para posterior comercialização, bem como também servir de estrutura gerencial e organizacional da associação.

- Como recomendação para trabalhos futuros sugere-se realizar esta caracterização para outros municípios do Baixo Jaguaribe, a fim de ter-se um estudo mais abrangente desta importante área de produção e comercialização apícola. Outra sugestão seria a validação dos modelos de regressão calibrados neste trabalho pela aplicação da previsão da produção anual de mel para outro ano base, que seja diferente do ano de referência utilizado, ou seja, o ano de 2009.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2008) Apicultura - Mel - Sistema de produção no campo NBR 15585:2008
- ANJOS, R. S. B. (2007) Levantamento Florístico das Espécies Vegetais para uso Apícola na Vila Pará, Município de Serra do Mel - RN. Monografia (especialização) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- ARANTES, Ferraz (1971) **Pesquisa bibliográfica nas ciências biomédicas**. Faculdade de Odontologia - USP. São Paulo-SP. Revista nº XIII.
- BARROS, G. S. C. (2006) **Economia da Comercialização Agrícola**. CEPEA/LES-ESALQ/USP. Piracicaba-SP, 2006. 221 p.
- BRUYNE, P.; HERMAN, J.; SCHOUTHEETE, M. (1977) **Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais: os pólos da prática metodológica**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1977.
- CARBAJAL, A. C. R. (1991) **Fatores Associados à Adoção de Tecnologias na Cultura do Caju: um estudo de caso**. 1991. 122 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - UFC/CCA/DEA, Fortaleza, 1991.
- COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- FACHIN, Odília. (1993) **Fundamentos de metodologia**. 1ª edição. São Paulo, SP, Editora Atlas.
- FIELD, A. (2009) **Descobrimos a estatística usando SPSS**. 2ª edição. Porto Alegre, RS, Editora Artmed.
- GIL, A. C. (1999) **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5º Ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GODOI, Christiane Kleinübing; MATTOS, Pedro Lincoln C. L. de. Entrevista qualitativa: instrumento de pesquisa e evento dialógico. In: GODOI, Christiane Kleinübing (Org.) *et al.* **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- GODOY, Arilda Schmidt. Estudo de caso qualitativo. In: GODOI, Christiane Kleinübing (Org.) *et al.* **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: Paradigmas, estratégias e métodos**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- GONÇALVES, L. S. (2006) 50 anos de abelhas africanizadas no Brasil. Aracaju. In: 16º. **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, 14-16p. Anais, Sergipe 2006.
- GRAZIANO DA SILVA, J. (1996) **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. Campinas SP: Unicamp IE, 1996. 216p.
- GRAZIANO DA SILVA & DEL GROSSI (1997). A Evolução do Emprego não Agrícola no Meio Rural Brasileiro, 1992-95. **Anais do XXV Encontro Nacional de Economia**, Anpec, Recife, vol. 2 p. 940-954.
- HILL, R. C.; JUDGE, G. G. e GRIFFITHS, W. E. (2010) **Econometria**. 3ª edição. São Paulo, SP, Editora Saraiva.
- HOLANDA JÚNIOR, F. I. F. (2000). **Análise técnico-econômica da pecuária leiteira no município de Quixeramobim – Estado do Ceará**. 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - UFC/CCA/DEA, Fortaleza, 2000.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 23 de abril de 2010.
- IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2010). Disponível em www.ipece.ce.gov.br. Acesso em 11 de novembro de 2010.

- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1992) **Artigo 54 da lei nº 502 do RIISPOA**. Acesso em 15 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta>>.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1992) **Artigo 57 da lei nº 502 do RIISPOA**. Acesso em 15 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/>>.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1998) **Portaria nº 46**. Acesso em 15 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/>>.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2000) **Instrução Normativa nº 11**. Acesso em 12 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/>>.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2001) **Instrução Normativa nº 3**. Acesso em 12 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/>>.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2002) **Circular 320**. Acesso em 12 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/>>.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2008a) **Circular nº 313**. Acesso em 16 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/>>.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2008b) **Artigo 30, § 1º da circular nº 313 do RIISPOA**. Acesso em 15 de dezembro de 2010. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta>>.
- MARX, K. (1983) **O Capital: Crítica da Economia Política**. São Paulo: Victor Civita, 1983. v.1, Tomo 1, p. 257-266.
- MATOS, V. D. (2005) **A Apicultura no Estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e seus fatores condicionantes, produção e exportação de mel natural**. 2005. 189 f.: il. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - UFC/CCA/DEA, Fortaleza, 2005.
- MDIC, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Sistema AliceWeb/Balança Comercial**. Disponível em www.mdic.gov.br. Acesso em novembro de 2009.
- NETO, F. L. & NETO, R. M. A. (2005) **Riscos e Oportunidades para a Apicultura Nordestina**. XLIII CONGRESSO DA SOBER, 2005.
- NETO, B. (2005) Um ensaio sobre desempenho econômico e participação em cooperativas agropecuárias. **XLIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**, Ribeirão Preto, 24 a 27 de Julho de 2005.
- NOGUEIRA, Oracy (1978) **Pesquisa social: introdução às suas técnicas**. São Paulo-SP: Ed. Nacional, p.120.
- PINHO, D. B. (1984) **Manual de Cooperativismo**, Brasília, CNPq-BNCC-Coopercultura, 1984-1985, 4 vol.
- PIRES, I. J. B. (2006) **A pesquisa sob o enfoque da Estatística**. Fortaleza: BNB, 2006, 166p.
- PIZA, C. T.; R. S. WELSH (1968) **Introdução à Análise da Comercialização**. Série Apostila. n.º 10. Departamento de Economia - ESALQ/USP, Piracicaba-SP.
- RODRIGUES, M. I. V. (2006) **A Propensão à Desertificação no Estado do Ceará: Análise dos Aspectos Agropecuários, Econômicos, Sociais e Naturais**. 116

- f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2006.
- SAMPIERI, Roberto Hernández *et al.* **Metodologia de pesquisa**. 3. Ed. São Paulo: McGraw Hill, 2006.
- SEBRAE (2006) **Informações de Mercado sobre Mel e Derivados da Colméia**. Série Mercado. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, março de 2006. Acesso em 27 de agosto de 2007. Disponível em <<http://homolog.portal.sebrae.com.br>>.
- SIFUENTES, J. A. M. (2004) *Sistemas de Producción Agropecuária*. Jalisco, México, 2004. p. 2.
- SILVA, E. N. (2007) **Perfil dos consumidores de mel de abelha na cidade de Fortaleza – CE: um estudo de caso**. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007 Orientadora: Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.
- SOARES, R. P. (1984) **Sociologia da cooperação: o dilema Meister-Zupanov**. Perspectiva Econômica. São Leopoldo, n 45, p 91-100, 1984.
- SOUZA, M. L. O. (1995) **Participação em Associação de Pequenos Produtores: Dilema da Administração Coletiva**. UFLA. Lavras-MG, 1995.
- SCHRAMM, W. (1971) **Notes on case studies of instructional media projects**. Working paper, the Academy for Educational Development, Washington, DC, 1971.
- THEODORSON, G.A. & THEODORSON A.C. (1970) **A modern dictionary of sociology**. Londres: Methuen.
- TRIOLA, M. F. (2008) **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- U.E, União Europeia (2002) **Regulamento (CE) nº 178, Jornal Oficial da União Europeia**. Acesso em 16 de outubro de 2010. Disponível em ><http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:031:0001:0024:PT:PDF>>
- U.E, União Europeia (2004a) **Regulamento (CE) nº 852, Jornal Oficial da União Europeia**. Acesso em 16 de outubro de 2010. Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0001:0054:PT:PDF>
- U.E, União Europeia (2004b) **Regulamento (CE) nº 853, Jornal Oficial da União Europeia**. Acesso em 16 de outubro de 2010. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:226:0022:0082:PT:PDF>>
- U.E, União Europeia (2006) **Regulamento (CE) nº 1664, Jornal Oficial da União Europeia**. Acesso em 16 de outubro de 2010. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:320:0013:0045:PT:PDF>>
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

APÊNDICE A – MODELOS DE REGRESSÃO

A. Modelo de regressão linear simples

Inicialmente foi construído um gráfico de dispersão da Figura 29 que sugere uma relação linear entre produção e número de colmeias, ou seja, quanto maior o número de colmeias do apicultor maior será a sua produção de mel de abelha.

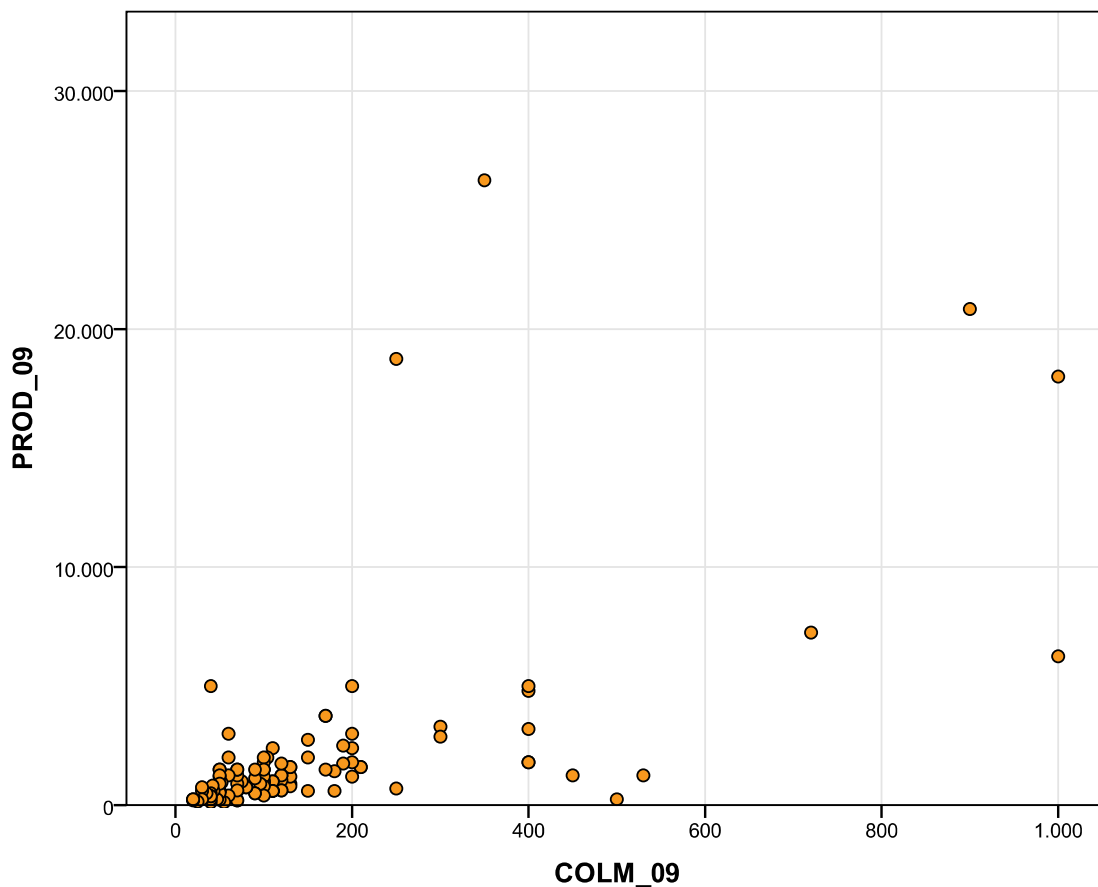


Figura 29 – Diagrama de dispersão entre produção anual de mel e número de colmeias existentes.

Após a análise do gráfico de dispersão, foi construído um modelo de regressão linear simples, em que a variável dependente “produção em 2009” (PROD_09) poderia ser explicada pelo “número de colmeias” (COLM_09) existentes em ambos os municípios (considerando a amostra populacional total dos dois municípios constituída de 113 observações).

O coeficiente de correlação linear (R) apresentou um valor elevado ($R = 0,612$) e complementa o indicio de forte correlação linear apresentado no gráfico de dispersão da Figura 29 indicando que há uma forte correlação entre número de colmeias e produção de mel de abelha. Observando o valor de R^2 ajustado na Tabela 16, podemos

verificar que 36,8% da variação na produção de mel de abelha para os municípios de Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte são explicados pelo “número de colmeias” produtivas para o ano de 2009. Nessa tabela podemos também verificar que o erro padrão da estimativa está em torno de 3.100 kg, sendo uma estatística de erro que servirá para avaliar a precisão dos modelos que serão posteriormente apresentados.

Tabela 16 – Sumário do modelo (regressão linear simples).

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	0,612 ^a	0,374	0,368	3096

a. Predictors: (Constant), COLM_09

Dando continuidade a avaliação do modelo de regressão linear simples, foi apresentado na Tabela 17 (análise de variância) que a estatística F foi significativa, uma vez que a significância obtida (menor que 0,001) é menor que o nível de significância adotado ($\alpha = 5\%$). Alternativamente, a análise pelo valor crítico seria $F = 66,3 > F_c = 3,92$; para $\alpha = 5\%$, $gl_1 = 1$, $gl_2 = 111$, indicando que o modelo de regressão linear simples utilizando apenas o número de colmeias como variável explicativa é uma melhor estimativa que uma predição que assume apenas o valor médio da produção anual de mel de abelha.

Tabela 17 – Análise de variância (regressão linear simples).

ANOVA ^b						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6,358E8	1	6,358E8	66,334	0,000 ^a
	Residual	1,064E9	111	9585532,926		
	Total	1,700E9	112			

a. Predictors: (Constant), COLM_09

b. Dependent Variable: PROD_09

Na **Tabela 18**, verificamos os valores que correspondem aos coeficientes do modelo de regressão. O valor b_0 (do intercepto) apresentou-se como não significativo, pois sua significância foi de 94,7%, sendo superior ao nível de significância de 5%. Alternativamente esta análise poderia ser realizada com base na estatística t ($\alpha = 5\%$ e 113 - 2 g.l.). Neste caso, a estatística t foi igual a 0,066, sendo inferior ao valor crítico t_c igual a 1,98. Dessa forma não existe evidência estatística de que o parâmetro populacional β_0 é diferente do valor nulo.

Tabela 18 – Coeficientes do modelo de regressão (regressão linear simples).

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	25,539	386,674		0,066
	COLM_09	13,222	1,623	0,612	0,000

a. Dependent Variable: PROD_09

B. Modelo de regressão linear múltiplo (com intercepto)

Apesar da regressão linear simples ter sido significativa (melhor que usar a média) este modelo apresentou um baixo poder explicativo, onde o número de colmeias explicava apenas cerca de 37% da variação na produção. Com o intuito de elevar o poder explicativo do modelo procurou-se calibrar um modelo de regressão múltipla considerando as demais variáveis explicativas.

Foi utilizado o método *stepwise* para a seleção das possíveis variáveis explicativas. Conforme discutido na metodologia, foram incluídas variáveis *dummy* e de interação (*dummy* cruzada) na calibração do modelo de regressão múltipla considerando o intercepto. O intercepto foi incluído, pois a inclusão de novas variáveis explicativas altera os valores estimados e a significância dos coeficientes das demais variáveis incluídas no modelo.

Observando a Tabela 19, verificou-se que o método *stepwise* de seleção de variáveis considerou significativa as seguintes variáveis explicativas: “nº de colmeias” (COLM_09), *dummy* cruzada “Atende as normas do MAPA x nº de colmeias” (MAPA_COLM), e *dummy* cruzada “Condição de acesso a terra x nº de colmeias” (D_ACESS_T_COLM). Nesta tabela, o modelo 3 considera a inclusão das três variáveis citadas acima como variáveis explicativas para explicar a variação na produção.

Tabela 19 – Sumário do modelo (regressão linear múltipla – com intercepto).

Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	0,612 ^a	0,374	0,368	3096	0,374	66,334	1	111	0,000	
2	0,659 ^b	0,434	0,423	2958	0,060	11,568	1	110	0,001	
3	0,676 ^c	0,457	0,442	2909	0,024	4,729	1	109	0,032	1,177

a. Predictors: (Constant), COLM_09

b. Predictors: (Constant), COLM_09, MAPA_COLM

c. Predictors: (Constant), COLM_09, MAPA_COLM, D_ACESS_T_COLM

d. Dependent Variable: PROD_09

O coeficiente de correlação linear múltiplo (R) no modelo 3 ficou em torno de 0,68 demonstrando uma melhora frente ao modelo de regressão linear simples, que tinha $R = 0,61$. Neste caso, houve também um acréscimo de 8,4% no poder de explicação ($R^2_{aj, c/int.} = 44,2\%$) devido à inclusão das duas variáveis *dummy* cruzada (MAPA_COLM e D_ACESS_T_COLM), sendo esse acréscimo significativo uma vez que a significância da estatística F (Sig. F change) na mudança do modelo 1 para o modelo 2 (sig. 0,1%) e na mudança do modelo 2 para o modelo 3 (sig. 3,2%) foram menores que o nível de significância adotado ($\alpha = 5\%$). A estatística Durbin-Watson, que nos informa se a hipótese de independência dos erros é satisfeita, será posteriormente aplicada quando for realizada a análise de independência dos erros.

Verificando a Tabela 20, observa-se que no modelo 3 a sua predição reduz de forma significativa a soma dos quadrados dos resíduos, indicando que o modelo de regressão linear múltipla selecionado pelo método *stepwise* apresenta-se significativo.

Tabela 20 – Análise de variância (regressão linear múltipla – com intercepto).

ANOVA ^d					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	6,358E8	1	6,358E8	66,334	,000 ^a
Residual	1,064E9	111	9585532,926		
Total	1,700E9	112			
2 Regression	7,371E8	2	3,685E8	42,109	,000 ^b
Residual	9,627E8	110	8752232,898		
Total	1,700E9	112			
3 Regression	7,771E8	3	2,590E8	30,601	,000 ^c
Residual	9,227E8	109	8465237,386		
Total	1,700E9	112			

a. Predictors: (Constant), COLM_09

b. Predictors: (Constant), COLM_09, MAPA_COLM

c. Predictors: (Constant), COLM_09, MAPA_COLM, D_ACESS_T_COLM

d. Dependent Variable: PROD_09

Na Tabela 21, verificamos os valores que correspondem aos coeficientes do modelo de regressão linear múltiplo com o intercepto. Considerando o valor do intercepto observou-se que o mesmo não se apresentou significativo para o modelo (modelo 3). De acordo com o coeficiente b_1 (significativo) da variável “número de colmeias” para o acréscimo de uma colmeia será acrescido cerca de 12 kg na produção anual de mel de abelha.

A segunda variável explicativa é uma *dummy* cruzada e reflete o nível de conhecimento daqueles indivíduos que atendem as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O valor estimado b_2 (significativo) indica que aqueles indivíduos que atendem as normas do MAPA apresentam um acréscimo de 8,5 kg/colmeia na produção anual de mel de abelha. O valor estimado b_3 (significativo) indica que aqueles que são arrendatários (10% dos entrevistados) apresentam um decréscimo na produção anual de mel da ordem de 5,6 kg/colmeia. Esse resultado é reflexo do pagamento do arrendamento da área em que está instalado o apiário (média de 5% sobre a quantidade produzida ou comercializada).

Tabela 21 – Coeficientes do modelo de regressão (regressão linear múltipla – com intercepto).

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	25,539	386,674		0,066	,947	-740,681	791,760
COLM_09	13,222	1,623	0,612	8,145	,000	10,005	16,439
2 (Constant)	165,222	371,760		0,444	,658	-571,519	901,964
COLM_09	10,090	1,804	0,467	5,593	,000	6,515	13,665
MAPA_COLM	8,568	2,519	0,284	3,401	,001	3,576	13,560
3 (Constant)	48,130	369,557		0,130	0,897	-684,321	780,581
COLM_09	12,025	1,985	0,556	6,058	0,000	8,091	15,959
MAPA_COLM	8,564	2,477	0,284	3,457	0,001	3,654	13,474
D_ACESS_T_COLM	-5,573	2,563	-,178	-2,175	0,032	-10,652	-,494

O valor b_0 (do intercepto) do modelo de regressão linear múltiplo considerando o intercepto apresentou significância de 89,7%, sendo novamente não significativo ao nível de significância de 5%. Da mesma forma que o modelo de regressão linear simples, o modelo 3 da regressão múltipla não forneceu evidência estatística de que o parâmetro populacional do intercepto (β_0) é diferente do valor nulo. Devido o valor do intercepto não ser significativo, na próxima sessão será desconsiderado a presença do intercepto na análise do modelo de regressão linear múltipla.

C. Modelo de regressão linear múltiplo (sem intercepto)

Ao desconsiderar o intercepto como sendo um agente explicativo para a variação na produção teremos uma melhoria significativa no modelo de regressão linear múltiplo. Isso pode ser observado comparando os valores das estatísticas da Tabela 19 com os valores apresentados na Tabela 22. O coeficiente de correlação linear múltiplo (R) no modelo 3 que considerava o valor do intercepto ficou em torno de 0,68 (Tabela 19), já para o modelo 3 desconsiderando o valor do intercepto (Tabela 22) houve um acréscimo no coeficiente de correlação linear (R) sendo o valor obtido da ordem de 0,76. Da mesma forma, o poder de explicação apresentou um acréscimo de 12,6% ($R^2_{aj,s/int.} = 56,8\%$) devido à exclusão do intercepto no modelo de regressão linear múltiplo.

Tabela 22 – Sumário do modelo (regressão linear múltipla – sem intercepto).
Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	0,718 ^a	0,516	0,511	3082,259	0,516	119,231	1	112	,000	
2	0,749 ^c	0,561	0,553	2947,704	0,045	11,458	1	111	,001	
3	0,762 ^d	0,580	0,568	2896,478	0,019	4,961	1	110	,028	1,176

a. Predictors: COLM_09

b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.

c. Predictors: COLM_09, MAPA_COLM

d. Predictors: COLM_09, MAPA_COLM, D_ACESS_T_COLM

e. Dependent Variable: PROD_09

f. Linear Regression through the Origin

Da mesma forma que no modelo anterior (com intercepto), para este caso para o modelo de regressão múltipla sem intercepto houve um acréscimo de 6,4% no poder de explicação R^2 devido à inclusão das duas variáveis *dummy* cruzada (MAPA_COLM e D_ACESS_T_COLM), sendo esse acréscimo significativo uma vez que a significância da estatística F (Sig. F change) na mudança do modelo 1 para o modelo 2 (sig. 0,1%) e na mudança do modelo 2 para o modelo 3 (sig. 2,8%) foram menores que o nível de significância adotado ($\alpha = 5\%$).

Observa-se na Tabela 23 que a predição do modelo 3 é reduzida, indicando que o modelo de regressão linear múltipla desconsiderando o intercepto apresenta-se significativo.

Tabela 23 – Análise de variância (regressão linear múltipla – sem intercepto).
ANOVA^{e,f}

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1,133E9	1	1,133E9	119,231	,000 ^a
Residual	1,064E9	112	9500321,169		
Total	2,197E9	113			
2 Regression	1,232E9	2	6,161E8	70,911	,000 ^c
Residual	9,645E8	111	8688958,232		
Total	2,197E9	113			
3 Regression	1,274E9	3	4,246E8	50,615	,000 ^d
Residual	9,229E8	110	8389585,998		
Total	2,197E9	113			

a. Predictors: COLM_09

b. This total sum of squares is not corrected for the constant because the constant is zero for regression through the origin.

c. Predictors: COLM_09, MAPA_COLM

d. Predictors: COLM_09, MAPA_COLM, D_ACESS_T_COLM

e. Dependent Variable: PROD_09

f. Linear Regression through the Origin

Na Tabela 24, verificamos os valores que correspondem aos coeficientes do modelo de regressão linear múltiplo sem o intercepto. Comparando a Tabela 24 (sem intercepto) com a Tabela 21 (com intercepto) verifica-se que a exclusão do intercepto praticamente não alterou as estimativas dos demais coeficientes e nem suas significâncias.

Tabela 24 – Coeficientes do modelo de regressão (regressão linear múltipla – sem intercepto).

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 COLM_09	13,292	1,217	,718	10,919	,000	10,880	15,704
2 COLM_09	10,585	1,412	,572	7,495	,000	7,787	13,384
MAPA_COLM	8,444	2,495	,258	3,385	,001	3,501	13,387
3 COLM_09	12,183	1,562	,658	7,799	,000	9,087	15,279
MAPA_COLM	8,529	2,451	,261	3,479	,001	3,670	13,387
D_ACESS_T_COLM	-5,622	2,524	-,163	-2,227	,028	-10,624	-,620

Dessa forma a equação estimada para previsão da produção anual de mel de abelha apresenta a seguinte forma:

$$\hat{y}_t = b_1 x_{t1} + \gamma_1 (D_1 x_{t1}) + \gamma_2 (D_2 x_{t1}) \quad R^2_{aj.} \quad (7)$$

(ep_{b1}) (ep_{γ1}) (ep_{γ2})

Substituindo por seus respectivos valores, teremos:

$$\hat{y}_t = 12,18x_{t1} + 8,53(D_1 x_{t1}) - 5,62(D_2 x_{t1}) \quad R^2_{aj.} = 56,8\% \quad (8)$$

(1,56) (2,45) (2,52) (ep)

Que empregando a notação adotada para as variáveis fica:

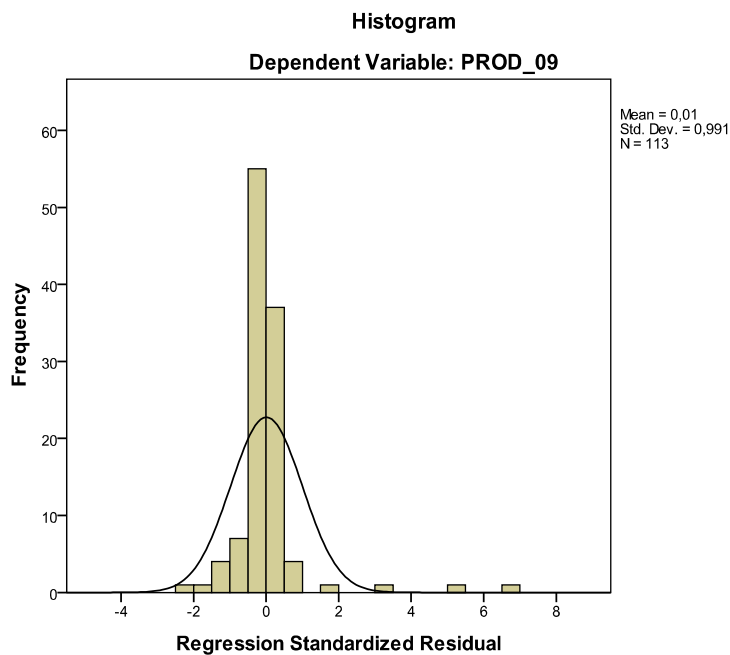
$$PROD_09 = 12,18 . COLM_09 + 8,53 . (D_ATD_MAPA . COLM_09) - 5,62(D_ACESS_T . COLM_09) \quad (9)$$

$R^2_{aj.} = 56,8\%$

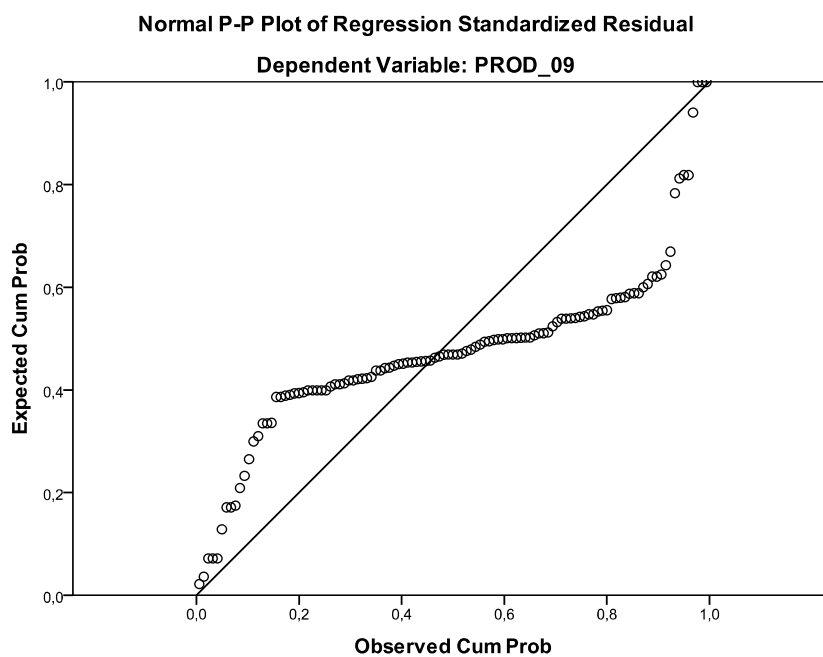
(1,56) (2,45) (2,52) (ep)

Dada a significância dos coeficientes das variáveis significativas, prossegue-se a análise do modelo de regressão linear múltipla considerando a exclusão do intercepto.

Na Figura 30(a) verifica-se que os resíduos não seguem uma distribuição normal com média zero e variância constante (pressuposto da regressão), uma vez que o histograma não adere à curva de distribuição normal com mesma média e desvio padrão dos resíduos. A verificação de não normalidade dos resíduos é mais bem percebida na Figura 30(b) que indica que as probabilidades cumulativas esperadas (do histograma) e observadas (da curva normal) diferem entre si, ou seja, não seguem a linha representativa da igualdade entre probabilidades cumulativas. Podemos concluir que os resíduos parecem não seguir uma distribuição normal, violando assim um dos pressupostos para o modelo de regressão múltipla.



(a)



(b)

**Figura 30 – Análise dos resíduos quanto à normalidade
(regressão linear múltipla sem intercepto).**

Um segundo pressuposto a ser verificado é a não correlação entre os resíduos do modelo, em outras palavras, a não existência de autocorrelação do modelo. A estatística de Durbin-Watson apresentada na Tabela 22 foi $d = 1,18$. Comparando este valor com Durbin-Watson crítico descritos em Hill *et al.* (2010) ($d_{ci} = 1,63$ e $d_{cs} = 1,71$

para $\alpha = 5\%$, $T = 113$ e $K = 3$) rejeitasse H_0 de não correlação entre os resíduos, ou seja, os resíduos estão correlacionados entre si. Dessa forma, o modelo de regressão linear múltipla sem intercepto calibrado nesta seção violou um segundo pressuposto da regressão múltipla.

O terceiro pressuposto a ser verificado é se a variancia dos erros assume um valor constante ($\text{var}(e_t) = \sigma^2$), em outras palavras, se os resíduos são homocedásticos. Para tanto plotou-se um gráfico de dispersão dos resíduos padronizados (eixo y) *versus* o valor predito padronizado (eixo x) segundo a Figura 31. Nessa figura podemos verificar uma tendência de crescimento dos resíduos para níveis maiores de valores preditos sugerindo um comportamento de heterocedasticidade dos resíduos (variancia não constante).

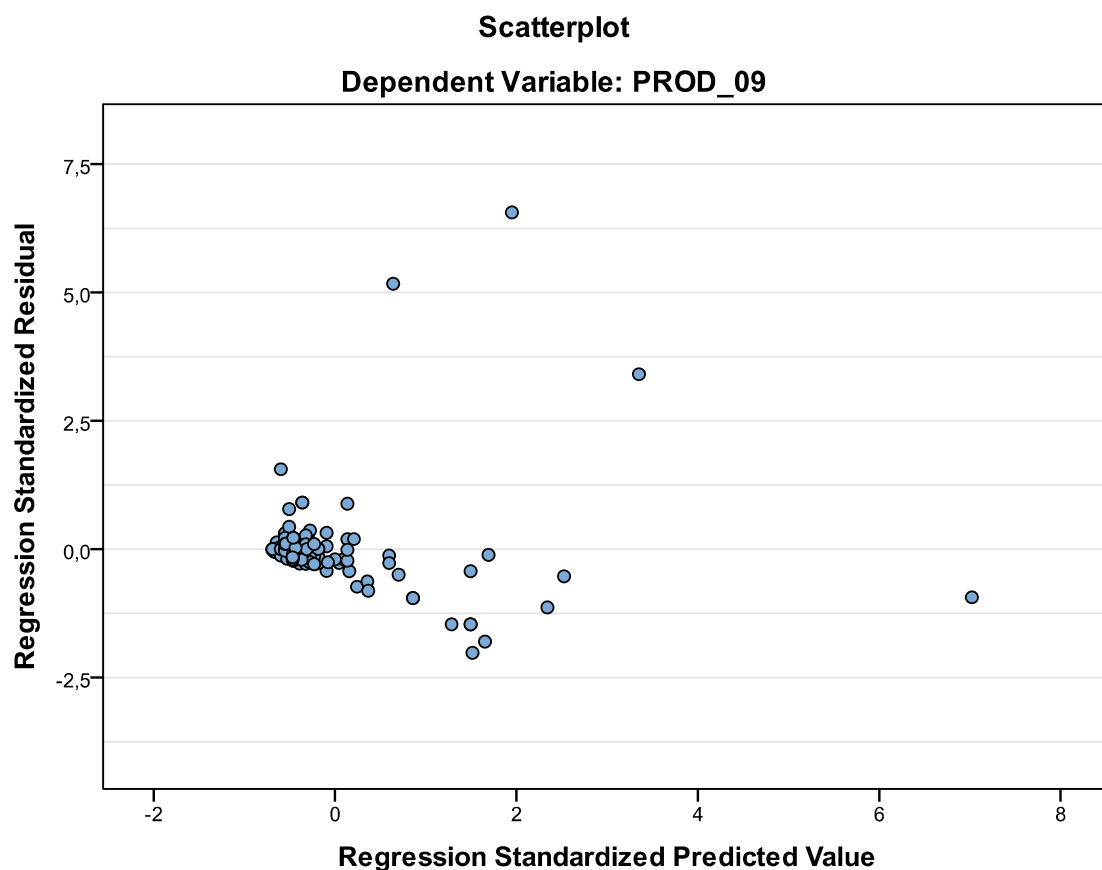


Figura 31 – Resíduos padronizados *versus* valor predito padronizado (regressão linear múltipla sem intercepto).

Para comprovar esse indicio de heterocedasticidade foi realizado o teste de Goldfeld-Quandt (GQ) segundo a Tabela 25 e foi verificado que o valor de $GQ = 24,32$

foi acima do valor $F_c = 1,53$, comprovando estatisticamente a heterocedasticidade do modelo de regressão linear múltiplo calibrado nessa seção.

**Tabela 25 – Teste de homocedasticidade de Goldfeld-Quandt
(regressão linear múltipla sem intercepto).**

$\hat{\sigma}_1^2$	$\hat{\sigma}_2^2$	$GQ = \hat{\sigma}_1^2 / \hat{\sigma}_2^2$	T_1	T_2	$F_c (T_1, T_2 \text{ e } \alpha = 5\%)$
15.808.501	649.898	24,32	57	56	1,53

Segundo Hill *et al.* (2010), a existência de diferentes variâncias ou de heterocedasticidade ocorre com frequência quando trabalhamos com dados em corte transversal (*cross-section*). O termo dados em corte transversal se refere ao fato de termos dados sobre diversas unidades econômicas, tais como firmas ou famílias, em um dado ponto de tempo. Ainda segundo Hill *et al.* (2010), se usarmos o processo de estimação de mínimos quadrados e ignorarmos a heterocedasticidade quando ela está presente, estamos subestimando o erro padrão dos coeficientes (b_i 's), quando na realidade deveríamos utilizar uma estimativa mais apropriada. A utilização de erros padrão subestimados significa que as estimativas de intervalos e testes de hipóteses não são mais validos. Portanto, uma vez detectada a heterocedasticidade, deve-se adequar a regressão para a presença de heterocedasticidade que será considerada na seção seguinte.

D. Modelo de regressão linear múltiplo considerando a heterocedasticidade

Avaliando modelo de calibração apresentado na seção anterior chega-se a conclusão de que o mesmo apresentou um poder de explicação inadequado, pois viola três pressupostos básicos para o modelo de regressão múltipla: os erros não seguem uma distribuição normal com média zero e variância constante, os resíduos estão correlacionados entre si e há existência de diferentes variâncias ou de heterocedasticidade.

Sabendo que o modelo de regressão linear múltiplo apresenta heterocedasticidade foi realizada uma transformação nas variáveis e essa transformação tem por base a premissa de reduzir a heterocedasticidade através de um modelo razoável, tal como:

$$\text{var}(e_t) = \sigma_t^2 = \sigma^2 x_t \quad (10)$$

A partir dos resíduos do ultimo modelo construiu-se um gráfico entre o quadrado dos resíduos e o número de colmeias (Figura 32) onde o mesmo apresentou um comportamento esperado descrito pela equação acima, onde a variância relaciona-se linearmente (proporcionalmente) com o número de colméias.

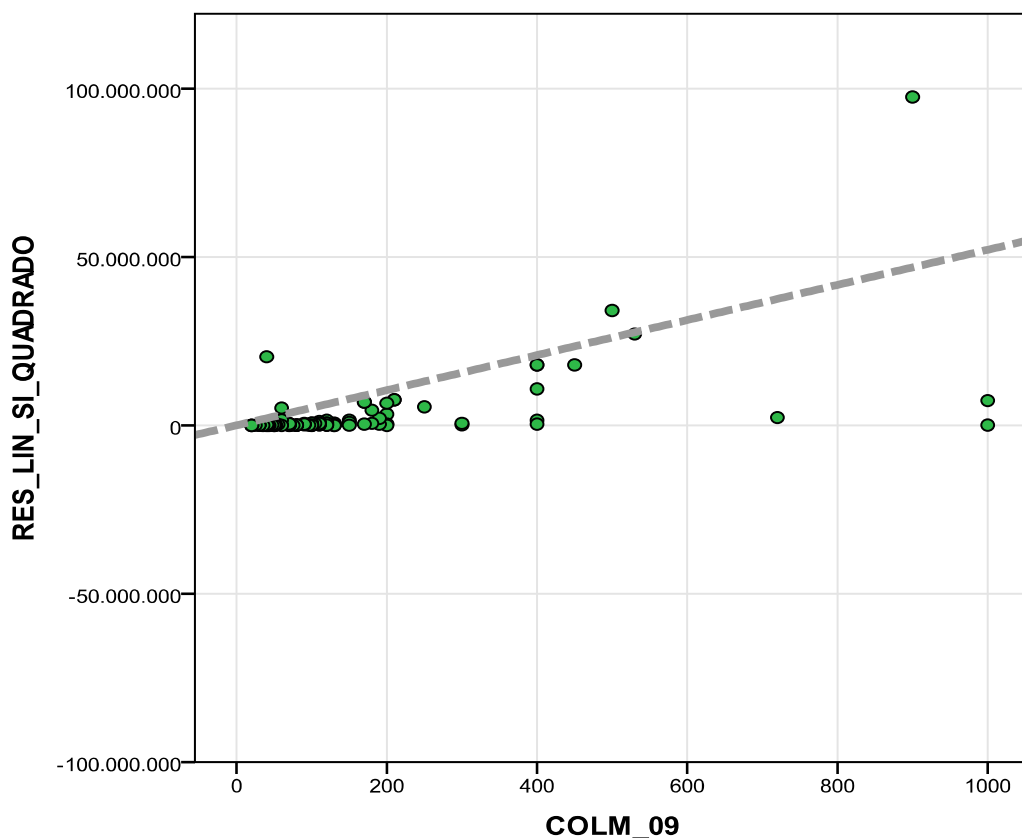


Figura 32 – Quadrado dos resíduos versus número de colméias (modelo de regressão múltiplo sem intercepto).

Sob as condições de heterocedasticidade, o estimador de mínimos quadrados não é o melhor estimador linear não tendencioso. Uma forma de contornar esse dilema é transformar nosso modelo estatístico em um modelo de erros homocedásticos. Deixando intacta a estrutura básica do modelo, é possível transformar um modelo de erro heterocedástico em um modelo de erro homocedástico. Feita essa transformação, a aplicação dos mínimos quadrados ao modelo transformado dá o melhor estimador linear não tendencioso. A transformação começa por dividir os membros da equação abaixo por $\sqrt{x_t}$, tal como:

$$\frac{\hat{y}_t}{\sqrt{x_{t1}}} = b_1 \frac{x_{t1}}{\sqrt{x_{t1}}} + \gamma_1 \frac{(D_1 x_{t1})}{\sqrt{x_{t1}}} + \gamma_2 \frac{(D_2 x_{t1})}{\sqrt{x_{t1}}} \quad R_{aj}^{*2} \quad (11)$$

$(ep_{b1}^*) \quad (ep_{\gamma1}^*) \quad (ep_{\gamma2}^*)$

A Tabela 26 apresenta o sumário do modelo de regressão linear múltiplo onde as variáveis foram transformadas segundo a equação acima. Comparando a Tabela 26 com a Tabela 22 do modelo anterior (não transformado), verificou-se que houve um decréscimo de 8,6% no valor de R_{aj}^{*2} , devido ao método *stepwise* desconsiderar a segunda variável *dummy* cruzada “Condição de acesso a terra x nº de colmeias” (D_ACCESS_T_COLM). Isso será discutido com mais detalhes na análise de significância dos coeficientes.

**Tabela 26 – Sumário do modelo da regressão linear múltipla (transformado).
Model Summary^d**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,679 ^a	0,461	0,456	182,073	0,461	95,676	1	112	0,000	
2	,701 ^c	0,491	0,482	177,649	0,030	6,648	1	111	0,011	1,273

a. Predictors: COLM_09_TRANSF

b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.

c. Predictors: COLM_09_TRANSF, MAPA_COLM_TRANSF

d. Dependent Variable: PROD_09_TRANSF

e. Linear Regression through the Origin

Verificando a Tabela 27 observa-se que no modelo 3 a sua predição reduz de forma significativa a soma dos quadrados dos resíduos, indicando que o modelo de regressão linear múltipla transformado apresenta-se significativo.

Tabela 27 – Análise de variância da regressão linear múltipla (transformado). ANOVA^{d,e}

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	3171735,835	1	3171735,835	95,676	0,000 ^a
Residual	3712892,813	112	33150,829		
Total	6884628,648 ^b	113			
2 Regression	3381537,204	2	1690768,602	53,574	0,000 ^c
Residual	3503091,443	111	31559,382		
Total	6884628,648 ^b	113			

a. Predictors: COLM_09_TRANSF

b. This total sum of squares is not corrected for the constant because the constant is zero for regression through the origin.

c. Predictors: COLM_09_TRANSF, MAPA_COLM_TRANSF

d. Dependent Variable: PROD_09_TRANSF

e. Linear Regression through the Origin

Na Tabela 28, verificamos os valores que correspondem aos coeficientes do modelo de regressão linear múltiplo com as variáveis transformadas. Comparando a Tabela 28 (considerando a presença de heterocedasticidade) com a Tabela 21 (considerando homocedástico) verifica-se que o método stepwise excluiu a variável dummy cruzada “Condição de acesso a terra x nº de colmeias” (D_ACESS_T_COLM) uma vez que sua significância subiu drasticamente, passando de 2,8 % no modelo considerando homocedasticidade (Tabela 24) para 32.8% conforme apresentado na Tabela 29.

Além disso, a exclusão da variável *dummy* cruzada “Condição de acesso a terra x nº de colmeias” (D_ACESS_T_COLM) reduziu os valores das estimativas dos coeficientes. Para o caso do coeficiente angular b_1 , coeficiente que mede a produtividade, seu valor caiu de 12,18 kg/colmeia (Tabela 24) para 11,34 kg/colmeia (Tabela 28). Isso se deve pelo fato da transformação das variáveis, que segundo Hill *et al.* (2010) os quadrados dos erros são ponderados pelo inverso de x_t (no caso, nº de colmeias). Quando o número de colmeias é grande os dados contem menos confiabilidade devido a sua maior variância e, portanto, as observações são levemente ponderadas. Um comportamento semelhante ocorreu com a variável *dummy* cruzada onde seu valor caiu de 8,53 kg/colmeia (Tabela 24) para 7,83 kg/colmeia (Tabela 28).

Tabela 28 – Coeficientes do modelo de regressão linear múltipla (transformado).

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 COLM_09_TRANSF	13,385	1,368	,679	9,781	,000	10,674	16,096
2 COLM_09_TRANSF	11,336	1,554	,575	7,296	,000	8,258	14,415
MAPA_COLM_TRANSF	7,833	3,038	,203	2,578	,011	1,813	13,854

a. Dependent Variable: PROD_09_TRANSF

b. Linear Regression through the Origin

Em relação aos erros, não ocorreu alteração no erro padrão do coeficiente da variável número de colmeias, No entanto na variável *dummy* cruzada (*D_ATD_MAPA.COLM_09*) o erro padrão do coeficiente foi maior se verificarmos a equação anterior, isso se deve pelo fato do erro ser estimado pela equação (56, Anexo 3) (modelo heterocedástico), resultando em erros maiores que a estimativa utilizando a equação (13) (modelo homocedástico). A equação a seguir exibe a equação de regressão linear múltipla considerando a heterocedasticidade dos resíduos.

$$PROD_{09} = 11,34 . (COLM_{09}) + 7,83 . (D_{ATD_MAPA} . COLM_{09})$$

$$(1,55) \qquad (3,04) \qquad R^2_{aj.} = 48,2\% \quad (ep)$$

Vale destacar que a equação acima é referente ao modelo original (sem transformação), uma vez que a transformação das variáveis (ponderação dos resíduos) não altera o significado dos coeficientes (b_1 e γ_1).

Tabela 29 – Variáveis excluídas do modelo de regressão linear múltipla (transformado).

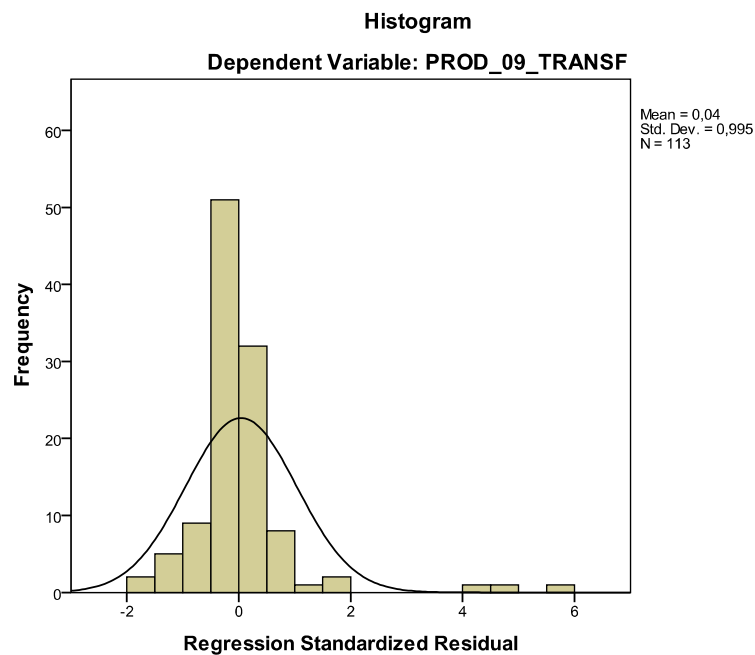
Coefficients ^{a,b}							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
³ D_ACESS_T_COLM_TRANSF	-3,325	3,383	-0,078	-0,983	0,328	-10,029	3,379

a. Dependent Variable: PROD_09_TRANSF

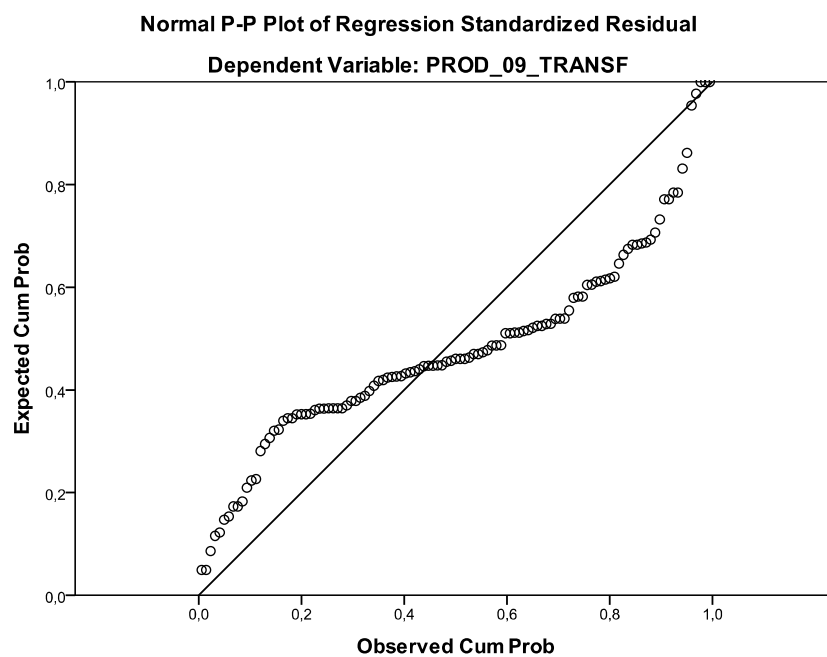
b. Linear Regression through the Origin

Na Figura 33(a) verifica-se que os resíduos deste modelo transformado ainda não seguem uma distribuição normal com média zero e variância constante, uma vez que o histograma não adere bem à curva de distribuição normal com mesma média e desvio padrão dos resíduos. No entanto, a Figura 33 (b) indica que houve uma melhora em relação ao modelo de regressão múltipla linear considerando homocedasticidade.

A estatística de Durbin-Watson apresentada na Tabela 26 foi de $d = 1,27$. Comparando este valor com Durbin-Watson crítico descrito em Hill *et al.* (2010) ($d_{ci} = 1,65$ e $d_{cs} = 1,69$ para $\alpha = 5\%$, $T = 113$ e $K = 2$) rejeitasse H_0 de não autocorrelação entre os resíduos, ou seja, os resíduos estão correlacionados entre si. Dessa forma, o modelo de regressão linear múltiplo transformado calibrado nesta seção apresentou autocorrelação entre os resíduos.



(a)



(b)

Figura 33 – Análise dos resíduos quanto à normalidade (regressão linear múltipla transformada).

Os resíduos do modelo transformado estão indicados na Figura 34. O teste Goldfeld-Quandt apresentado na Tabela 30 indica que os resíduos do modelo transformado ainda apresentam heterocedasticidade. Dessa forma, há necessidade de se investigar um modelo de regressão alternativo. Na Figura 34 observa-se a uma

tendência não linear (reta destacada em vermelho) havendo a necessidade de investigar um modelo de regressão não linear.

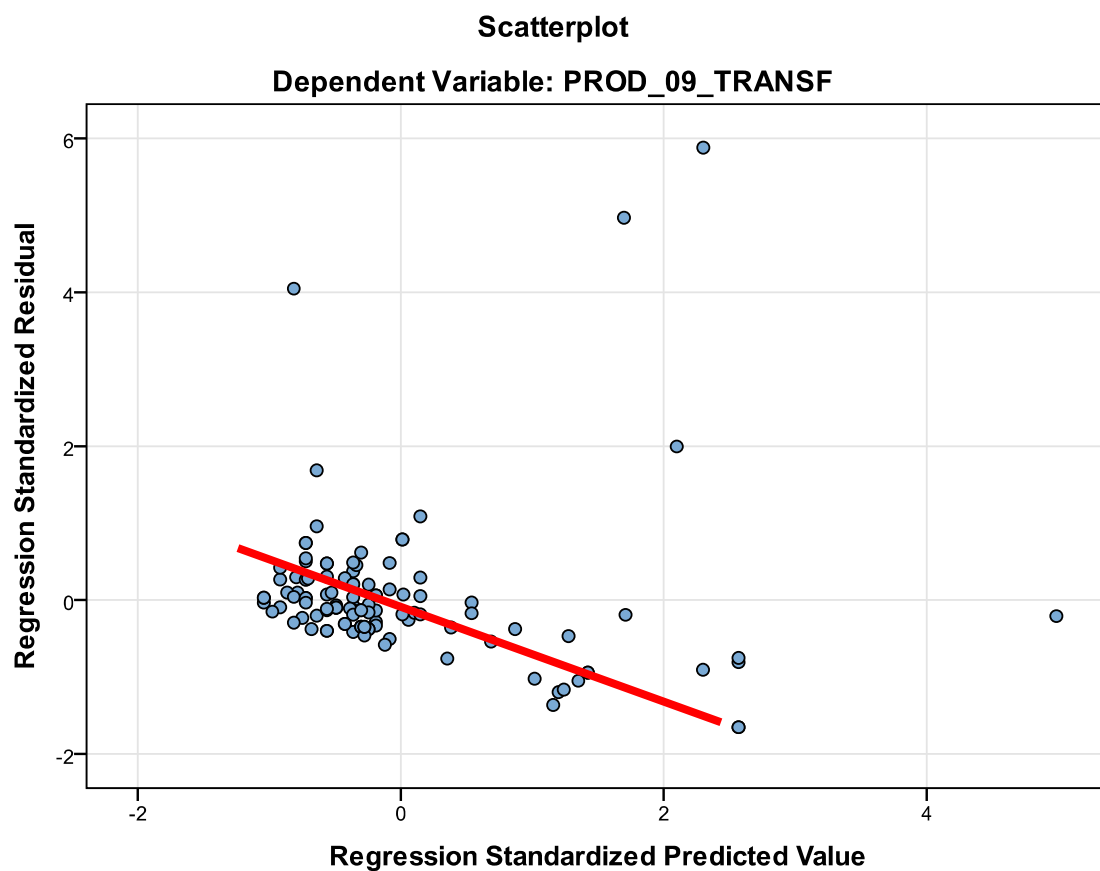


Figura 34 – Resíduos padronizados *versus* valor predito padronizado (regressão linear múltipla transformada)

Tabela 30 – Teste de homocedasticidade de Goldfeld-Quandt (regressão linear múltipla transformada)

$\hat{\sigma}_1^2$	$\hat{\sigma}_2^2$	$GQ = \hat{\sigma}_1^2 / \hat{\sigma}_2^2$	T_1	T_2	$F_c(T_1, T_2 \text{ e } \alpha = 5\%)$
48.126	13.979	3,44	57	56	1,53

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AO APICULTOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLACoordenadores da Pesquisa: Prof. Ruben Dario Mayorga e Everton N. Silva
Apicultores

Número do questionário _____

A. Identificação do Questionário

1. Nome do Entrevistado _____
2. Data da Entrevista ____/____/____
3. Local da entrevista e município _____/_____

B. Condições Sociais, Econômicas e Produtivas do Apicultor

4. Idade: _____ anos
5. Estado Civil () Solteiro () Casado () Outro Especificar _____
6. Quantas pessoas da família trabalham com a apicultura? _____
7. Grau de instrução ()
 - a. Sem instrução b. Sabe ler e escrever c. Fundamental incompleto d. Fundamental completo
 - e. Médio incompleto f. Médio completo g. Superior incompleto h. Superior completo
8. Número de Filhos: _____
9. Onde se encontra sua moradia? ()
 1. Sede do município 2. Na área rural 3. Outro Especificar _____

Caso more na área rural qual a distância da sua moradia até a sede do município e qual forma de acesso?

10. Tipo de domicílio em que a família vive atualmente ()
 1. Casa
 2. Barraco
 3. Comodo
11. Condições de moradia ()
 1. Própria 2. Alugada 3. Cedida 4. Outro
12. Qual a principal forma de iluminação do domicílio ()
 1. Não possui 2. Elétrica 3. Óleo, querosene ou gás 4. Outra forma _____
13. Em seu domicílio qual o sistema de abastecimento de água? ()
 1. Água encanada da rede pública
 2. Cisterna na casa
 3. Chafariz comunitário
 4. Caminhão Pipa
 5. Açude, barragem, cacimba, rio, barreiro
 6. Poço ou nascente
 7. Outro _____
14. Qual o principal destino do esgoto do domicílio? ()
 1. Rede coletora de esgoto
 2. Fossa revestida de alvenaria
 3. Fossa rudimentar (fossa negra)
 4. Outra forma _____
15. O banheiro esta diretamente ligado ao sistema de esgoto ()
 - () sim () não
16. Qual seu principal meio de locomoção:
 - () moto () carro () bicicleta () animal
17. Você e/ou algum membro de sua família possui alguma atividade e/ou renda que não esteja diretamente ligada com a apicultura e ou agricultura?
 - () sim () não

Caso a resposta seja SIM, quais e o valor respectivo: _____

18. Anos de experiência com apicultura: _____ anos
19. Outras atividades agrícolas ou pecuárias

20. A apicultura atualmente vem a ser a sua atividade: ()
 1. Principal 2. Secundária

E _____ por _____ quê?

21. Quantas colmeias o existem em seu apiário e quantas estão povoadas atualmente?

22. Quais são os meses mais produtivos, qual a sua produtividade média e o preço pago pelo Kg do mel neste período?

23. O sistema produtivo adotado vem a ser a ()
1. Apicultura Fixa 2. Apicultura Migratória 3. Ambos

E por quê?

24. Qual a sua condição como produtor em relação à terra? ()

1. Proprietário
2. Arrendatário
3. Assentado
4. Outro

Se outro, especificar _____

25. Caso arrendatário, qual a forma de pagamento e o valor pago pelo hectare na região onde está localizado seu apiário?

26. Acesso do apiário a sede do município se dá através de estrada de:

() Asfalto () Piçarra () Ambas

27. Onde costuma “bater o mel” (coletar)?

1. Casa de Mel com SIF;
2. Casa de Mel sem SIF;
3. Cômodo da residência;
4. No próprio apiário sem quaisquer tipo de estrutura.

28. Distância do apiário até a Casa de Mel (da cooperativa, associação e/ou entreposto) _____ Km () Não existe Casa de Mel na região (passar para questão 31)

29. Descreva a situação da Casa de Mel hoje utilizada por você em termos de infraestrutura, equipamentos e se atende às normas e exigências do MAPA?

0. Não existe Casa de Mel;
1. A Casa de Mel atende há todas as normas do MAPA;
2. Existem todos os equipamentos e vestimentas, porém sua estrutura não está adequada à legislação do MAPA;
3. Não existem estrutura e equipamentos adequados para se realizar a coleta do mel.

30. Quais os equipamentos, vestimentas e utensílios que você utiliza no momento da extração do mel?

31. Sobre o armazenamento, você costuma armazenar o mel em: ()

1. Decantadores
2. Baldes de 25 Kg
3. Latões de 200 Kg (revest. com plásticos)
4. Outros: _____

32. Para quem costuma vender a sua produção de mel? ()

1. Cooperativa
2. Associação
3. Empresa (entreposto da região) Qual: _____
4. Outro, especificar: _____

33. Relacione as cooperativas, as associações e as empresas com seus respectivos municípios da região com o qual comercializou desde 2008.

34. Qual a quantidade comercializada e o preço pago pelas empresas, cooperativas e associações pelo mel nos seguintes anos:

Ano 2010	Agente de Comercialização
Preço	
Quantidade	

35. Costuma comercializar outros produtos apícolas?

() Sim () Não

Se a resposta for SIM, quais? _____

36. Qual a quantidade comercializada e o preço pago pelas empresas, cooperativas e associações pelos outros produtos apícolas entre 2008-2010?

Ano 2010 - Pólen	Agente de Comercialização
------------------	---------------------------

Preço	
Quantidade	
Ano 2010 - Própolis	Agente de Comercialização
Preço	
Quantidade	
Ano 2010 – Geleia Real	Agente de Comercialização
Preço	
Quantidade	

37. Qual o parâmetro de escolha que você utiliza na hora de comercializar seu mel. ()
1. Agilidade na comercialização
 2. Melhor preço pago pelo Kg do mel
 3. Redução de custos e investimentos
 4. Fortalecimento da cadeia apícola na região (no caso de cooperativas e/ou associações)
 5. Outros,
- especificar _____
38. Costuma comercializar seu mel de forma individual dentro do município?
() Sim () Não
- Se a resposta for SIM para quem costuma vender? _____
39. A apicultura trouxe benefícios para você e sua família?
() Sim () Não
- Quais? _____
40. Na sua opinião, existem adequações que ainda se fazem necessárias para o fortalecimento da apicultura no baixo Jaguaribe? Quais?

41. O que mais prejudica hoje a apicultura do baixo Jaguaribe?
1. Falta de incentivo financeiro
 2. Poucas cooperativas e/ou associações
 3. Presença de atravessadores
 4. Condições climáticas
 5. Ausência de um número maior de casas de mel com o SIF
 6. Baixo valor pago pelo quilo do mel
- Obs.: Pode marcar mais de uma opção
7. Outros _____

**APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO APLICADO
À ASSOCIAÇÃO DE APICULTORES**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLACoordenadores da Pesquisa: Prof. Ruben Dario Mayorga e Everton N. Silva
Associações

Número do questionário_____

A. Identificação do Questionário

1. Responsável pela associação:_____ Cargo:_____
2. Data da Entrevista____/____/____
3. Município e Localidade_____/_____

B. Aspectos gerais da Associação

1. Ano de Fundação_____
2. Quantos apicultores hoje fornecem o mel para a associação?_____
3. A sede da associação esta localizado:
() meio rural () sede do município () outro_____

Obs.: Se estiver no meio rural, a quantos Km está da sede do município e qual a principal forma de acesso?

4. A sede da associação esta implantada em:
() prédio próprio () alugado () emprestado pela prefeitura
() outro_____
5. Qual o raio de ação da associação?
() 5-10 Km () 10-15 Km () 15-20 Km () Acima de 20 Km
Quantos Km?(Se for acima de 20 Km):_____
6. Como diretor e/ou presidente da associação exponha a sua opinião em relação à estrutura da associação fazendo um breve comentário.

C. Aspectos Econômicos da Associação

1. Durante a implantação da associação, houve a necessidade de se realizar algum tipo de financiamento?
() Sim () Não

Caso sim, responda qual a finalidade do financiamento e o principal órgão financiador.

2. A associação hoje possui recursos próprios para realizar a compra do mel de seus associados?
() Sim () Não

Caso não, como é realizado o processo de compra do mel de seus associados.

3. A associação possui veículo próprio?
() Sim () Não

4. Com relação à Casa de Mel da associação:
() Possui Casa de Mel que satisfaz as normas e exigências do MAPA
() Possui Casa de Mel fora dos padrões do MAPA
() Não possui Casa de Mel

5. Caso possua Casa de Mel fora dos padrões do MAPA ou ainda não possua, descreva quais as principais dificuldades hoje enfrentadas pela associação para implantação ou aprimoramento da Casa de Mel.

6. Descreva a forma de armazenamento do mel na associação, assim como seus principais equipamentos para colheita do mel e sua estrutura.

7. Qual a quantidade e o preço pago pela associação pelo mel no ano de 2010?

Ano 2010	
Preço	
Quantidade	

8. Quais os critérios adotados pela associação para compra do mel de seus associados?

9. Liste as empresas nacionais e/ou internacionais com quem a associação comercializou diretamente neste ano de 2010, descrevendo o local de origem destas empresas.

10. Qual a quantidade comercializada e o preço pago pelas empresas a associação pelo mel no ano de 2010?

Ano 2010	
Preço	
Quantidade	

11. Quais os critérios exigidos no processo de venda do mel para estas empresas?

12. A cooperativa e/ou associação possui algum tipo de certificação?

() Sim () Não

Se sim,

quais:

13. A cooperativa e/ou associação comercializa outros produtos apícolas além do mel?

() Sim () Não

Se sim, quais: _____

14. Quais são as principais vantagens e/ou desvantagens que o Sr. (a) ver em se comercializar pólen, própolis e geleia real?

Vantagens

Desvantagens

D. Gestão da Associação

1. Como se dá o processo de escolha do presidente da associação?

2. À quantos anos o Sr.(a) está a frente da presidência e/ou direção da associação e por quê?

3. Além de apicultor e presidente e/ou diretor da associação, o Sr.(a) possui alguma outra atividade com vínculo comercial e/ou empregatício?

() Sim () Não

Caso sim, quais: _____

4. Qual a porcentagem do total das vendas obtidas com o mel que é destinada para a manutenção da associação?

5. Quais são os melhores meses do ano para se comercializar o mel e quais os valores pagos?

6. Os recursos obtidos com a comercialização do mel hoje atendem as expectativas dos associados?

() Sim () Não

Caso não, por quê?

7. Qual a margem de lucro obtida pela venda do mel em termos totais?

8. Aponte o que poderia ser realizado para o fortalecimento ainda maior da associação.

ANEXOS

ANEXO 1: MODELO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA (MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS)

Os modelos econométricos nas mais variadas situações são frequentemente explicados através do modelo de regressão múltipla, em que a variável dependente é explicada por duas ou mais variáveis previsoras (ou independentes). Segundo TRIOLA (2008), a equação de regressão múltipla é aquela que expressa uma relação linear entre uma variável dependente y e duas ou mais variáveis previsoras ($x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{tK}$), sendo sua forma geral apresentada na equação (13) a seguir.

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + \dots + \beta_K x_{tK} + e_t \quad (13)$$

onde:

y_t = variável dependente;

$x_{t2}, \dots, x_{tK}$ = variáveis previsoras ou independentes;

β_1 = intercepto valor de y quando todas as variáveis previsoras são 0;

$\beta_2, \dots, \beta_K$ = coeficientes das variáveis previsoras.

O Modelo de Regressão Linear Múltiplo (RLM) se torna um modelo econométrico completo quando se avalia algumas suposições ou pressupostos sobre a distribuição de probabilidade dos erros aleatórios e_t . Os pressupostos que atendem ao Modelo de Regressão Linear Múltiplo em relação ao erro são:

- a) Linearidade dos parâmetros, onde a variável dependente (y_t) pode ser determinada através de uma função linear dos parâmetros associados a um conjunto específico de variáveis independentes (ou explicativas) mais o termo do erro;
- b) $E[e_t] = 0$. Cada erro aleatório tem distribuição de probabilidade com média zero. Alguns erros serão positivos, outros serão negativos; em para um grande número de observações, eles terão média zero. A partir desse pressuposto, afirmamos que a média de todas as variáveis omitidas e de quaisquer outros erros cometidos na especificação do modelo é zero. Assim, afirma-se que o modelo em média é correto;

- c) $\text{var}(e_t) = \sigma^2$. Cada erro aleatório tem distribuição de probabilidade com variância σ^2 . A variância (σ^2) é um parâmetro desconhecido e mede a incerteza presente no modelo estatístico. É a mesma para cada observação e, assim, para nenhuma observação a incerteza do modelo será maior, ou menor, nem estará diretamente vinculada a qualquer variável econômica. Os erros com essa propriedade chamam-se homocedásticos;
- d) $\text{cov}(e_t, e_s) = 0$. A covariância entre dois erros correspondentes a duas observações diferentes quaisquer é zero. O tamanho do erro de uma observação não tem qualquer influencia sobre o tamanho provável do erro de outra observação. Assim, qualquer par de erros é não correlacionado;
- e) Não há exata colinearidade entre pares de variáveis explicativas, ou seja, não há uma combinação linear exata entre duas ou mais variáveis explicativas.
- f) e_t tem distribuição de probabilidade normal, isto é, $e_t \sim N(0, \sigma^2)$;

Para simplificar as expressões apresentadas sobre a regressão múltipla, Hill *et al.* (2010) mostram uma expressão mais simples que o modelo geral apresentado na equação (13), considerando uma modelo múltiplo com apenas duas variáveis explicativas segundo a equação (14).

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + e_t \quad (14)$$

Apesar da simplificação acima, Hill *et al.* (2010) destacam que as expressões para o caso geral são facilmente obtidas sem maiores modificações. Com o princípio dos mínimos quadrados, minimizamos a soma dos quadrados das diferenças entre os valores observados de y_t e seu valor esperado $E[y_t]$ apresenta-se na seguinte equação.

$$E[y_t] = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} \quad (15)$$

Matematicamente, minimizamos a soma dos quadrados dos erros $SSR(\beta_1, \beta_2, \beta_3)$, que é uma função dos parâmetros desconhecidos com base nos dados, chegando à equação (16) seguinte.

$$\begin{aligned}
 SSR(\beta_1, \beta_2, \beta_3) &= \sum_{t=1}^T (y_t - E[y_t])^2 \\
 &= \sum_{t=1}^T (y_t - \beta_1 - \beta_2 x_{t2} - \beta_3 x_{t3})^2
 \end{aligned} \tag{16}$$

Dadas as observações amostrais, minimiza-se a função SSR . As soluções são as estimativas de mínimos quadrados b_1 , b_2 e b_3 . É conveniente escrever as variáveis como desvios em relação as suas médias. Assim, considerando as transformações dadas pelas equações (17), (18) e (19).

$$y_t^* = y_t - \bar{y} \tag{17}$$

$$x_{t2}^* = x_{t2} - \bar{x}_2 \tag{18}$$

$$x_{t3}^* = x_{t3} - \bar{x}_3 \tag{19}$$

Pode-se estimar os mínimos quadrados b_1 , b_2 e b_3 conforme as equações (20), (21) e (22) descritas a seguir.

$$b_1 = \bar{y} - b_2 \bar{x}_2 - b_3 \bar{x}_3 \tag{20}$$

$$b_2 = \frac{(\sum y_t^* x_{t2}^*)(\sum x_{t3}^{*2}) - (\sum y_t^* x_{t3}^*)(\sum x_{t2}^* x_{t3}^*)}{(\sum x_{t2}^{*2})(\sum x_{t3}^{*2}) - (\sum x_{t2}^* x_{t3}^*)^2} \tag{21}$$

$$b_3 = \frac{(\sum y_t^* x_{t3}^*)(\sum x_{t2}^{*2}) - (\sum y_t^* x_{t2}^*)(\sum x_{t3}^* x_{t2}^*)}{(\sum x_{t2}^{*2})(\sum x_{t3}^{*2}) - (\sum x_{t2}^* x_{t3}^*)^2} \tag{22}$$

As equações (20), (21) e (22) são aplicadas para se obter estimativas de mínimos quadrados apresentados na equação (14) para quaisquer que sejam os valores dados, ou seja, são procedimentos de estimação e são chamados de estimadores de mínimos quadrados dos parâmetros desconhecidos. Hill *et al.* (2010) destaca ainda que de modo geral, como seus valores só se tornam conhecidos após serem observados os dados e calculadas as estimativas, os estimadores de mínimos quadrados produzem variáveis aleatórias que, portanto, possuem um erro padrão associado às suas estimativas pontuais b_1 , b_2 e b_3 . Para tanto, deve-se explorar inicialmente os conceito de variância dos resíduos (erros) conforme seção a seguir.

I. *Estimação da Variância σ^2 dos Resíduos*

Para dar prosseguimento a análise do modelo de regressão múltipla se faz necessário (além da aplicação do método dos mínimos quadrados) calcular o termo da variância do erro σ^2 . Para estabelecer a estimação de σ^2 , é necessário utilizar os resíduos (erros) de mínimos quadrados. Os valores dos resíduos de mínimos quadrados relacionados na equação (14) são obtidos pela seguinte equação:

$$\hat{e}_t = y_t - \hat{y}_t = y_t - (b_1 + b_2 x_{t2} + b_3 x_{t3}) \quad (23)$$

A partir do erro $\hat{e}_t$ de cada observação, calcula-se o estimador de variância σ^2 conforme a expressão (24) abaixo.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum \hat{e}_t^2}{T - K} \quad (24)$$

onde:

K = número de parâmetros que estão sendo estimados no modelo de regressão múltipla;

T = número de observações.

O objetivo de se obter a variância estimada (Eq.12) é o de permitir que se extraia uma estimativa das variâncias e covariâncias desconhecidas para as estimativas b_1 , b_2 e b_3 dos parâmetros da regressão β_1 , β_2 e β_3 .

II. *Propriedades Amostrais do Estimador de Mínimos Quadrados*

Sob uma perspectiva geral, os estimadores de mínimos quadrados (b_1 , b_2 , b_3) apresentados nas equações 8, 9 e 10 são variáveis aleatórias que tomam valores diferentes em diferentes amostras. Seus valores não são conhecidos até que se realize a coleta dos dados da amostra e posteriores cálculos. As propriedades amostrais de um estimador de mínimos quadrados têm por objetivo dizer como as estimativas variam de uma amostra para outra nos fornecendo uma base de dados para que possamos avaliar a confiabilidade das estimativas. De acordo com o teorema de Gauss-Markov, para o modelo de regressão múltipla, se os pressupostos de linearidade dos parâmetros e o da não exata colinearidade entre pares de variáveis explicativas existirem em um modelo, então os estimadores de mínimos quadrados são os melhores estimadores não

tendenciosos dos parâmetros (BLUE – *best linear unbiased estimative*) em um modelo de regressão múltipla.

Admitindo que os erros sejam distribuídos normalmente, admitiremos também que y_t será uma variável aleatória distribuída normalmente. Os estimadores de mínimos quadrados também terão distribuições normais de probabilidade, uma vez que são funções lineares de y_t . Se os erros não forem distribuídos normalmente, então os estimadores de mínimos quadrados têm distribuição aproximadamente normal em grandes amostras, nas quais $T - K$ é superior, digamos, a 50 (Field, 2009; Hill *et al.*, 2010). Esses aspectos têm grande importância para a construção de estimativas de intervalos de confiança e para o teste de hipóteses sobre os parâmetros do modelo de regressão.

III. Variâncias e Covariâncias dos Estimadores de Mínimos Quadrados

As variâncias e covariâncias dos estimadores de mínimos quadrados nos informam sobre a confiabilidade dos estimadores b_1 , b_2 , b_3 . Como os estimadores de mínimos quadrados não são tendenciosos, quanto menores suas variâncias maior a probabilidade deles fornecerem estimativas próximas daquelas esperadas como verdadeiros valores dos parâmetros β_1 , β_2 e β_3 . Para $K = 3$ (três estimadores), podemos expressar as variâncias e covariâncias em uma forma algébrica que permita visualizar o comportamento do estimador de mínimos quadrados, conforme a expressão (25) logo a seguir, em que r_{23} é o coeficiente de correlação amostral entre os valores de x_2 e x_3 dado pela equação (26).

$$\text{var}(b_2) = \frac{\sigma^2}{\sum_{t=1}^T (x_{t2} - \bar{x}_2)^2 (1 - r_{23}^2)} \quad (25)$$

$$r_{23} = \frac{\sum (x_{t2} - \bar{x}_2)(x_{t3} - \bar{x}_3)}{\sqrt{\sum (x_{t2} - \bar{x}_2)^2 \sum (x_{t3} - \bar{x}_3)^2}} \quad (26)$$

Para as outras variâncias ($\text{var}(b_1)$ e $\text{var}(b_3)$), há formulas de natureza análoga. É importante compreender os fatores que afetam a variância de b_2 :

- a) quanto maior a variância do erro σ^2 , maior é a variância dos estimadores de mínimos quadrados sendo esse aspecto esperado, pois, a σ^2 mede a

incerteza global na especificação do modelo. Se σ^2 for grande, então os dados poderão apresentar dispersão grande em relação à função de regressão $E[y_t] = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3}$ e certamente conterão menos informações sobre os valores dos parâmetros. Se σ^2 for pequeno, os dados se distribuirão de forma mais compacta em torno da função de regressão $E[y_t] = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3}$ havendo mais confiabilidade sobre os valores estimados dos parâmetros;

- b) quanto maior o tamanho T da amostra, menor é a variância dos estimadores de mínimos quadrados. Um maior valor de T significa um maior valor do somatório $\sum(x_{t2} - \bar{x}_2)^2$. Esse termo aparece como denominador na Eq. 13 e quando ele é grande, $\text{var}(b_2)$ é pequena;
- c) quanto maior a variação na variável explanatória (ou explicativa) em torno de sua média [medida nesse caso por $\sum(x_{t2} - \bar{x}_2)^2$], menor a variância do estimador de mínimos quadrados. A fim de estimar β_2 com precisão, seria interessante uma grande variação em x_{t2} . Ou seja, se a variação ou mudança de x_2 é pequena, será difícil de medir o efeito daquela mudança por existir uma grande variância para b_2 ;
- d) quanto maior a correlação entre x_2 e x_3 maior será a variância de b_2 . O termo $1 - r_{23}^2$ da equação 13 está presente no denominador e assim, se o valor de $|r_{23}^2|$ estiver próximo de 1, significa que $1 - r_{23}^2$ será pequeno e, então, a $\text{var}(b_2)$ será grande. A razão disso é que a variação de x_{t2} em torno de sua média contribui mais para a precisão da estimação quando não está relacionada com a variação nas outras variáveis explicativas. Se uma variação em uma variável explicativa estiver relacionada com a variação de outra variável explicativa será difícil desvincular seus efeitos separados, ou seja, haverá multicolinearidade em que as variáveis explicativas estão correlacionadas entre si.

Comumente, se dispõe as variâncias e covariâncias dos estimadores de mínimos quadrados em uma matriz, com as variâncias na diagonal e as covariâncias em posições fora da diagonal. O modelo com $K = 3$ apresenta-se na seguinte disposição:

$$\text{cov}(b_1, b_2, b_3) = \begin{vmatrix} \text{var}(b_1) & \text{cov}(b_1, b_2) & \text{cov}(b_1, b_3) \\ \text{cov}(b_1, b_2) & \text{var}(b_2) & \text{cov}(b_2, b_3) \\ \text{cov}(b_1, b_3) & \text{cov}(b_2, b_3) & \text{var}(b_3) \end{vmatrix} \quad (27)$$

Através do modelo apresentado sob a forma de matriz da equação (27), poderá ser obtido os valores das variâncias e covariâncias estimadas.

IV. *Propriedades dos Estimadores de Mínimos Quadrados*

Obedecendo aos pressupostos da linearidade dos parâmetros e da não colinearidade entre pares das variáveis explicativas para o modelo de regressão múltipla apresentada na equação (13), temos que o estimador de mínimos quadrados b_k apresenta-se como o melhor estimador linear não tendencioso do parâmetro β_k . Se for acrescentado o pressuposto de que os erros aleatórios têm distribuições normais de probabilidade, então a variável dependente y_t é distribuída normalmente segundo a equação (28).

$$y_t \sim N[(\beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + \dots + \beta_K x_{tK}), \sigma^2] \leftrightarrow e_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (28)$$

Como os estimadores de mínimos quadrados são funções lineares de variáveis dependentes, decorre daí que os estimadores de mínimos quadrados são também distribuídos normalmente, conforme exibido na equação (29) seguinte.

$$b_k \sim N[\beta_k, \text{var}(b_k)] \quad (29)$$

Ou seja, de acordo com a equação 18, cada b_k tem uma distribuição normal com média β_k e variância $\text{var}(b_k)$. Subtraindo sua média e dividindo pela raiz quadrada de sua variância, podemos transformar a variável aleatória normal b_k na variável normal padronizada z , conforme apresentado na seguinte equação (30).

$$z = \frac{b_k - \beta_k}{\sqrt{\text{var}(b_k)}} \sim N(0,1), \quad \text{para } k = 1, 2, \dots, K \quad (30)$$

A variável z apresenta média igual a zero e variância igual a um. A variância de b_k depende da variância do termo do erro, σ^2 , conforme apresentado na equação (25), para o caso $K=3$. Quando substituímos σ^2 pelo seu estimador (equação 24), obtemos o valor estimado $\text{var}(b_k)$, que será denotada por $\hat{\text{var}}(b_k)$. Quando substituímos o valor populacional $\text{var}(b_k)$ por seu valor amostral $\hat{\text{var}}(b_k)$ na equação (30), obtemos uma variável aleatória t de *Student*, isto é:

$$t = \frac{b_k - \beta_k}{\sqrt{\hat{\text{var}}(b_k)}} \sim t_{(T-K)} \quad (31)$$

Durante o processo de aplicação das propriedades dos estimadores de mínimos quadrados, em que se supõe que o erro está distribuído normalmente, deve-se considerar a existência do erro-padrão de b_k representado como a raiz quadrada da variância estimada de b_k , denominador da equação (31), que resulta então:

$$\text{ep}(b_k) = \sqrt{\hat{\text{var}}(b_k)} \quad (32)$$

Fazendo a substituição de $\sqrt{\hat{\text{var}}(b_k)}$ por $\text{ep}(b_k)$ na equação(31), temos uma nova expressão que representa a variável aleatória t , dada por:

$$t = \frac{b_k - \beta_k}{\sqrt{\text{ep}(b_k)}} \sim t_{(T-K)} \quad (33)$$

V. Medindo a Qualidade do Ajustamento

A medida da proporção de variação na variável dependente explicada pela variação em todas as variáveis explicativas é comumente medida pelo coeficiente R^2 dado pela equação (34).

$$R^2 = \frac{SQR}{SQT} = \frac{\sum(\hat{y}_t - \bar{y})^2}{\sum(y_t - \bar{y})^2} \quad (34)$$

$$R^2 = 1 - \frac{SQE}{SQT} = 1 - \frac{\sum \hat{e}_t^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2}$$

A variação em y explicada pelo modelo é *SQR (Sum Squares Regression)*, já *SQT (Sum Squares Total)* é a variação total em y em torno de sua média e *SQE (Sum Squares Error)* é a soma dos quadrados dos resíduos de mínimos quadrados. Esta última (SQE) é a parcela da variação em y não explicada pelo modelo. Os valores dessas somas de quadrados aparecem na tabela de análise de variância (ANOVA) apresentada por um programa estatístico.

O coeficiente de determinação é também encarado como uma medida da capacidade preditora do modelo sobre o período amostral, ou como uma medida de quão bem a regressão estimada se ajusta aos dados. O valor de R^2 é igual ao quadrado do coeficiente de correlação amostral entre o $\hat{y}_t$ e o y_t (Triola, 2008). Como a correlação amostral mede a associação linear entre duas variáveis, um valor alto de R^2 significa que há estreita associação entre os valores de $\bar{y}_t$ e os valores preditos pelo modelo, $\hat{y}_t$. Nesse caso, dizemos que o modelo “se ajusta” bem aos dados. Se R^2 é baixo, não existe uma associação estreita entre os valores de y_t . Nesse caso, dizemos que o modelo não “se ajusta” bem aos dados.

Uma dificuldade com R^2 é que seu valor pode ser aumentado adicionando-se cada vez mais variáveis, mesmo que essas não tenham qualquer justificativa econômica (Triola, 2008, Field 2009, Hill *et al.* 2010). Algebricamente, à medida que se acrescentam variáveis, a soma de quadrados de erros *SQE* diminui (pode permanecer inalterada, mas isso é raro) e assim R^2 aumenta. Dessa forma, não é aconselhado manipular um modelo apenas para obter um valor elevado de R^2 .

Os programas de regressão para computador frequentemente apresentam uma medida alternativa para a qualidade do ajustamento, chamada R^2 ajustado, em geral simbolizado por $\bar{R}^2$ e calculada como:

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{SQE/(T - K)}{SQT/(T - 1)} \quad (35)$$

Essa medida nem sempre aumenta quando se acrescenta uma variável em virtude do termo $T - K$ dos graus de liberdade no numerador. À medida que o número de variáveis explicativas K aumenta, SQE diminui, mas ocorre o mesmo com $T - K$. O efeito sobre $\bar{R}^2$ depende da diminuição relativa de SQE . Enquanto se resolve um problema com o uso dessa medida da qualidade do ajustamento acaba-se introduzindo outro problema referente à $\bar{R}^2$ que acaba perdendo sua interpretação, não sendo mais o percentual de variação explicada. Diante deste aspecto, devemos concentrar a análise do modelo de regressão múltipla no R^2 não ajustado encarando-o como um recurso descritivo que nos informa sobre o ajuste do modelo. O R^2 nos diz a proporção de variação na variável dependente explicada pelas variáveis explicativas e a capacidade preditora do modelo sobre o período da amostra.

VI. *Teste da Significância de um Modelo*

Uma aplicação importante do teste F é no que se chama teste de significância global de um modelo que leva em consideração todas as variáveis aleatórias incluídas. Considerando o modelo de regressão múltipla apresentado na equação (13), para verificarmos se temos um modelo explicativo viável, é necessário formular as seguintes hipóteses nula e alternativa:

$$\begin{aligned} H_0: \beta_2 = 0, \beta_3 = 0, \dots, \beta_K = 0 \\ H_1: \text{ao menos um dos } \beta_K \text{ é diferente de zero} \end{aligned} \tag{36}$$

A hipótese nula tem $K - 1$ partes e chama-se hipótese conjunta. Ela afirma que qualquer um dos parâmetros β_K , que não seja o intercepto β_1 , é zero. Se essa hipótese nula é verdadeira, nenhuma das variáveis explicativas tem influencia sobre y e, assim, nosso modelo tem pouco ou nenhum valor.

Se a hipótese alternativa H_1 for verdadeira, então ao menos um dos parâmetros é diferente de zero e, assim, uma ou mais das variáveis aleatórias devem ser incluídas no modelo. A hipótese não indica, entretanto, quais seriam essas variáveis. O teste de significância global do modelo de regressão tem como preceito testar se existe ou não um modelo explicativo viável que atentam as hipóteses apresentadas no modelo demonstrado na equação (40).

O modelo não restrito apresenta-se na equação (13). O modelo restrito quando se supõe verdadeira a hipótese nula apresenta-se como na equação abaixo:

$$y_t = \beta_1 + e_t \quad (37)$$

O estimador de mínimos quadrados de β_1 no modelo restrito é:

$$b^* = \sum y_t / T = \bar{y} \quad (38)$$

O estimador de mínimos quadrados de β_1 no modelo restrito apresenta-se como a média amostral das observações na variável dependente. A soma dos quadrados dos erros restrita tendo como parâmetros as hipóteses apresentadas na equação (36) apresenta-se como:

$$SQR = \sum (y_t - b_1^*)^2 = \sum (y_t - \bar{y})^2 = SQT. \text{ (Eq.43)} \quad (39)$$

Quando estamos testando a hipótese nula em todos os parâmetros do modelo sejam zero, exceto o intercepto, a soma dos quadrados dos erros restrita é a soma de quadrados total (SQT) do modelo não restrito completo. A soma de quadrados dos resíduos não restrita é a soma de quadrados provenientes do modelo não restrito, $SQE_u = SQE$. O número de hipóteses é $J = K - 1$. Assim para testar a significância global do modelo, a estatística de teste F pode ser modificada para:

$$F = \frac{(SQT - SQE)/(K - 1)}{SQE/(T - K)} \quad (40)$$

O valor calculado dessa estatística de teste é comparado a um valor crítico da distribuição $F_{(K-1, T-K)}$, que é utilizado para testar a significância global de um modelo de regressão (Hill *et al.*, 2010). O resultado da análise de regressão é reportado pelo programa de computador na tabela ANOVA onde se encontram todos os testes SQT , SQE , K e $T - K$.

VII. *Estimação de Intervalos de Confiança dos Coeficientes*

As estimativas de intervalos de parâmetros desconhecidos baseiam-se na seguinte igualdade probabilística:

$$P\left(-t_c \leq \frac{b_k - \beta_k}{ep(b_k)} \leq t_c\right) = 1 - \alpha \quad (41)$$

O valor t_c é o valor crítico da distribuição t com $(T - K)$ graus de liberdade, tal que $P(t \geq t_c) = \alpha/2$. Reordenando a equação (41) acima, obtemos:

$$P[b_k - t_c ep(b_k) \leq \beta_k \leq b_k + t_c ep(b_k)] = 1 - \alpha \quad (42)$$

Os pontos extremos do intervalo $[b_k - t_c ep(b_k), b_k + t_c ep(b_k)]$ definem um estimador de intervalos de $100(1-\alpha)\%$ de confiança para β_k . Se esse estimador de intervalos é utilizado em muitas amostras da população, então 95% conterão o verdadeiro parâmetro β_k . Esse fato pode ser estabelecido apenas com base nas hipóteses do modelo, antes de coletados quaisquer dados.

VIII. *Teste da Significância de um Coeficiente Único*

Quando se estabelece um modelo de regressão múltipla, supomos que todas as $(K - 1)$ variáveis explicativas influenciam na variável dependente y . Para confirmar essa suposição, devemos examinar se ela é, ou não apoiada pelos dados. Ou seja, devemos procurar saber se os dados proporcionam evidencia de que y esteja relacionado com cada uma das variáveis explicativas. Se determinada variável explicativa, digamos x_k , não tem influencia sobre y , então seu coeficiente populacional correspondente é nulo ($\beta_k = 0$).

O teste dessa hipótese nula é geralmente chamado teste de significância para a variável explicativa x_k . Assim, para verificar se os dados apresentam alguma evidencia de que y esteja relacionado com x_k , testamos a hipótese nula $H_0: \beta_k = 0$, contra a hipótese alternativa $H_a: \beta_k \neq 0$. Para se realizar o teste aplicamos a formula apresentada na equação (43), a qual, no caso da hipótese nula ser verdadeira, é:

$$t = \frac{b_k}{ep(b_k)} \sim t_{(T-K)} \quad (43)$$

Para a hipótese alternativa não é igual a, aplica-se um teste bilateral onde se rejeita a hipótese nula (H_0) se o valor t calculado for maior ou igual à t_c (o valor crítico à direita da distribuição), ou menor ou igual a $-t_c$ (o valor crítico à esquerda da distribuição).

IX. *Relação entre Testes Conjuntos e Testes Individuais*

Os testes F e t são ambos utilizados para testar se uma hipótese nula de igualdade contra uma hipótese alternativa de não igualdade. O quadrado de uma variável aleatória t com gl graus de liberdade é uma variável aleatória F com distribuição $F_{(1,gl)}$ (Hill *et al.*, 2010). Então, se surge o seguinte questionamento, por que usar a distribuição F para se realizar um teste simultâneo de $H_0: \beta_2 = 0, \beta_3 = 0$? Por que não realizar testes t separados para as hipóteses nulas $H_0: \beta_2 = 0, \beta_3 = 0$? Podemos chegar há uma resposta a partir da dependência da correlação entre os estimadores de mínimos quadrados. O teste F , que abrange ambas as hipóteses conjuntamente, leva em conta o fato de que os estimadores de mínimos quadrados, b_2 e b_3 , são correlacionados. É um teste para determinar se o par de valores $\beta_2 = 0$ e $\beta_3 = 0$ é coerente com os dados. Se realizarmos os testes t separados, não será levado em consideração a possibilidade de $\beta_2 = 0$ ao testar $H_0: \beta_3 = 0$ e vice-versa. No teste t não é um par de valores que está sendo testado, e sim uma conjectura sobre um único parâmetro de cada vez. Cada teste t é tratado isoladamente do outro, não se levando em conta a correlação entre b_2 e b_3 .

Consequentemente, o teste F conjunto, no nível de 5% de significância, não é equivalente a dois testes t separados, cada um no nível de significância de 5%. Podem ocorrer resultados conflitantes. Assim, é possível que testes t individuais não indiquem que os coeficientes sejam significativamente diferentes de zero, enquanto o teste F implica que os coeficientes são conjuntamente significativos, sendo essa situação ocorrente com frequência quando os dados são multicolineares.

X. *Colinearidade entre Variáveis Explicativas*

As consequências das relações de colinearidade entre variáveis explanatórias em um modelo estatístico apresentam-se como:

- a) Sempre que há uma ou mais relações lineares exatas entre as variáveis explanatórias (explicativas), existe a condição de colinearidade exata, ou multicolinearidade exata. Nesse caso, o estimador de mínimos quadrados não é definido. Não podemos obter estimativas dos β_k 's aplicando o princípio dos mínimos quadrados. Esse fato é indicado na equação 13 e se há uma relação exata entre x_{t2} e x_{t3} , por exemplo, então a correlação entre ela é $r_{23} = \pm 1$, e a variância de b_2 não é definida, pois aparece um 0 no denominador. O mesmo se diz quanto à covariância e as formulas de b_2 e b_3 .
- b) Quando existem dependências lineares quase exatas entre as variáveis explicativas, algumas variâncias, erros-padrão e covariâncias dos estimadores de mínimos quadrados podem ser grandes. Na seção variâncias e covariâncias dos estimadores de mínimos quadrados foi demonstrado o efeito sobre a variância de um estimador, de uma elevada correlação entre duas variáveis explicativas. Grandes erros-padrão para os estimadores de mínimos quadrados implicam alta variabilidade amostral, instabilidade dos coeficientes estimados em relação a pequenas variações na amostra ou especificação do modelo, intervalos de estimação dilatados e informações relativamente imprecisas proporcionadas pelos dados amostrais sobre os parâmetros desconhecidos.
- c) Quando os erros-padrão do estimador são grandes, é possível que os testes t usuais levem a conclusão de que as estimativas dos parâmetros não são significativamente diferentes de zero. Esse resultado pode ocorrer a despeito dos valores possivelmente elevados de R^2 ou F , indicando poder explicativo significativo do modelo como um todo. O problema é que as variáveis colineares não proporcionam informação suficiente para estimar seus efeitos separados.
- d) Os estimadores podem ser muito sensíveis ao acréscimo ou à supressão de umas ou poucas observações, ou a supressão de uma variável aparentemente insignificante.
- e) A despeito das dificuldades em isolar os efeitos de variáveis individuais em tal amostra, ainda é possível fazer previsões precisas se a natureza da relação de colinearidade permanece a mesma dentro das novas (futuras) observações amostrais. Por exemplo, em uma função agregada de produção

em que os insumos trabalho e capital são quase colineares, é possível fazer previsões precisas da produção para uma determinada proporção entre os insumos, mas não para várias combinações de insumos.

Uma forma simples de detectar relações colineares é utilizar o coeficiente de correlação amostral entre pares de variáveis explicativas. Essas correlações amostrais são medidas descritivas de associação linear. Uma regra empírica de uso comum é que um coeficiente de correlação entre duas variáveis explicativas superior a 0,8 ou 0,9 em valor absoluto indica forte associação linear e uma relação de colinearidade potencialmente prejudicial (Triola, 2008).

O problema de examinar apenas correlações entre pares é que as relações de colinearidade podem envolver mais de duas variáveis explicativas, o que pode ser, ou não, detectado pelo exame de correlações dos pares.

Um segundo processo, simples e efetivo, de identificar a presença de colinearidade consiste em estimar as chamadas regressões auxiliares. Nessas regressões de mínimos quadrados, a variável do membro esquerdo é uma das variáveis explicativas, e as variáveis do membro direito são todas as variáveis explicativas restantes. Como exemplo, a regressão auxiliar para x_{t2} temos:

$$x_{t2} = a_1x_{t1} + a_3x_{t3} + \dots a_kx_{tk} + erro \quad (44)$$

Se o valor de R^2 nesse modelo descrito acima (Eq.44) for elevado, acima de 0,80, a implicação é que grande parte da variação em x_{t2} é explicada pela variação nas outras variáveis explicativas. Se o R^2 da regressão auxiliar não for alto, então a variação em x_{t2} não é explicada pelas as outras variáveis explicativas e consequentemente não afeta a precisão do estimador b_2 .

O problema da colinearidade é que os dados não contem informação sobre os efeitos individuais das variáveis explicativas suficiente para estimar com precisão todos os parâmetros do modelo estatístico. Consequentemente, uma solução consiste em obter mais informações e incluí-las na análise.

Essas novas informações podem consistir em dados amostrais melhores e mais numerosos. Infelizmente, em economia, isso nem sempre é possível. O cruzamento de dados é dispendioso e, com as séries temporais devemos aguardar até que os resultados todos apareçam. Alternativamente, se os novos dados são obtidos pelo mesmo processo não experimental que os dados da amostra original, então as novas observações podem

sofrer da mesma relação de colinearidade e não dar grande contribuição na forma de informações novas e independentes. Nessas circunstâncias, os novos dados pouco ajudarão a aumentar a precisão das estimativas de mínimos quadrados.

Podemos melhorar estruturalmente o problema introduzindo informações não amostrais sob a forma de restrições sobre os parâmetros. Essa informação não amostral pode então combinar-se com a informação amostral para dar estimativas restritas de mínimos quadrados. O aspecto positivo é que, com a utilização de informações não amostrais na forma de restrições lineares sobre os valores dos parâmetros, reduzimos a variabilidade amostral do estimador. O aspecto negativo é que o estimador restrito resultante é tendencioso, a menos que as restrições sejam exatamente verdadeiras. Assim, é importante utilizar boa informação não amostral, a fim de que não paguemos pela redução na variabilidade amostral um preço de estimadores grandemente tendenciosos.

XI. *Predição do Modelo de Regressão*

Se os erros aleatórios e_t (erro do modelo) e e_0 (erro da previsão dos dados coletados) são distribuídos normalmente, ou se a amostra é grande, então:

$$\frac{y_0 - \hat{y}_0}{\sqrt{\hat{\text{var}}(y_0 - \hat{y}_0)}} \sim t_{(T-K)} \quad (45)$$

Onde y_0 são os valores disponíveis de y com base na amostragem e $\hat{y}_0$ são os valores estimados de y . Então $\hat{y}_0 \pm t_c \sqrt{\hat{\text{var}}(y_0 - \hat{y}_0)}$ é um intervalo de previsão de 100 . $(1-\alpha)\%$ de y_0 ; t_c é um valor crítico da distribuição $t_{(T-K)}$.

ANEXO 2: VARIÁVEIS BINÁRIAS (VARIÁVEIS *DUMMY*)

Segundo Triola (2008), muitas aplicações envolvem uma variável dicotômica (binária), que assume apenas dois possíveis valores discretos (como homem/mulher, vivo/morto, curado/não curado, dentre outros). Um procedimento comum para representar os dois possíveis valores discretos é apresentá-los como 0 e 1, onde 0 representa um “fracasso” e 1 representa um “sucesso”. Uma variável dicotômica com dois possíveis valores de 0 e 1 é chamada de variável *Dummy*.

As variáveis binárias nos permitem construir modelos em que alguns ou todos os parâmetros do modelo de regressão, inclusive o intercepto, variem para algumas observações da amostra. Para demonstração da utilização das variáveis binárias consideremos um exemplo para economia de imóveis. Compradores e vendedores de casas, avaliadores de impostos, corretores de imóveis e banqueiros de hipotecas tem interesse em prever o valor corrente de mercado de uma casa. Uma maneira comum de fazer isso é usar um modelo hedônico, no qual o preço da casa é explicado como uma função de suas características, tais como tamanho, localização, número de quartos e outros. Por hora, vamos supor que o tamanho da casa, x_t , seja a única variável relevante na determinação de seu preço, y_t . Especificamente o modelo de regressão apresenta-se como:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + e_t \quad (46)$$

Nesse modelo β_2 é o valor de um metro quadrado adicional de área útil, e β_1 é o valor do terreno sozinho. Em negócios imobiliários o parâmetro que mais se destaca na comercialização de um imóvel é a localização, sendo este parâmetro uma característica qualitativa de uma casa. As variáveis binárias são utilizadas para relatar fatores qualitativos nos modelos econométricos assumindo dois valores em geral 0 e 1 onde:

$$D = \begin{cases} 1 & \text{se a característica está presente} \\ 0 & \text{se a característica não está presente} \end{cases} \quad (47)$$

Assim, para o modelo do preço da casa, podemos definir uma variável binária, para descrever uma vizinhança desejável, como:

$$D_t = \begin{cases} 1 & \text{se a propriedade está em uma vizinhança desejável} \\ 0 & \text{se a propriedade não está em uma vizinhança desejável} \end{cases} \quad (48)$$

Acrescentando essa variável ao modelo de regressão, juntamente com um novo parâmetro δ , obtemos:

$$y_t = \beta_1 + \delta D_t + \beta_2 x_t + e_t \quad (49)$$

Percebemos melhor o efeito da inclusão de uma variável binária D_t , no modelo de regressão pelo exame da função de regressão, $E(y_t)$, nas duas localizações. Se o modelo descrito na equação acima estiver corretamente especificado, então $E(e_t) = 0$ e:

$$E(y_t) = \begin{cases} (\beta_1 + \delta) + \beta_2 x_t & \text{quando } D_t = 1 \\ \beta_1 + \beta_2 x_t & \text{quando } D_t = 0 \end{cases} \quad (50)$$

No caso do nosso exemplo, em uma vizinhança desejável, $D_t = 1$, e o intercepto da função de regressão é $(\beta_1 + \delta)$. Em outras áreas, o intercepto da função de regressão é simplesmente β_1 . A figura a seguir (fig. 2) ilustra essa diferença, supondo $\delta > 0$.

Com a adição da variável binária D_t ao modelo de regressão, criamos um deslocamento paralelo de δ na relação. No contexto do modelo de preço da casa, a interpretação do parâmetro δ é que ele representa o prêmio localização, a diferença no preço da casa devido ao fato de estar localizada em uma vizinhança desejável. Uma variável binária como D_t , que é incorporada a um modelo de regressão para dar conta de um deslocamento do intercepto como resultado de algum fator qualitativo é chamado variável binária de intercepto. Nesse exemplo de preço de casa, espera-se que o preço seja mais alto em uma vizinhança desejável, sendo δ uma relação positiva.

As propriedades do estimador de mínimos quadrados não são afetadas pelo fato de uma das variáveis explicativas consistir apenas de 0 ou 1. D_t é tratado como qualquer outra variável explicativa. Podemos construir uma estimativa de intervalo para δ ou testar a significância de sua estimativa de mínimos quadrados. Trata-se de um teste estatístico para determinar se o efeito da vizinhança sobre o preço da casa é estatisticamente significativo. Se $\delta = 0$, então não há prêmio de localização para a vizinhança em questão.

As variáveis binárias (*Dummy*) também influenciam a inclinação das retas do modelo de regressão múltipla construído. Diante do nosso exemplo de valorização de um certo imóvel, em lugar de admitir que o efeito da localização sobre o preço da casa cause uma variação no intercepto da equação de regressão hedônica (Eq.49), supomos que foi verificado uma variação no coeficiente angular da relação. Uma forma de levar em conta uma variação no coeficiente angular é incluir no modelo uma variável explicativa adicional igual ao produto de uma variável binária por uma variável contínua. O coeficiente angular da relação será o valor de um metro quadrado adicional na área útil. Caso admitamos que ele é um valor para casas vizinhança desejável, e outros valor para casas em outras vizinhanças, podemos especificar como:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \gamma (x_t D_t) + e_t \quad (51)$$

A nova variável $x_t D_t$ é o produto do tamanho da casa e da variável binária e é chamada de variável de interação (ou *dummy* cruzada), pois capta o efeito da interação da localização e do tamanho da casa.

Alternativamente, pode ser chamada de variável binária de inclinação, porque leva em conta uma variação no coeficiente angular da relação. A variável de interação toma um valor igual ao tamanho para casas na vizinhança desejável, quando $D_t = 1$, e é igual a zero para casas em outras vizinhanças. Apesar de sua natureza incomum, uma variável binária de inclinação é tratada simplesmente como outra variável explicativa em um modelo de regressão.

Evidencia-se melhor o efeito da inclusão da variável de interação no modelo econômico pelo exame da função de regressão para as duas diferentes localizações, tal como:

$$E(y_t) = \beta_1 + \beta_2 x_t + \gamma (x_t D_t) =$$

$$E(y_t) = \begin{cases} \beta_1 + (\beta_2 + \gamma)x_t & \text{quando } D_t = 1 \\ \beta_1 + \beta_2 x_t & \text{quando } D_t = 0 \end{cases} \quad (52)$$

Na vizinhança desejável, o preço de uma casa por metro quadrado é $(\beta_2 + \gamma)$ e β_2 em outras localizações. Antecipamos que γ , a diferença no preço por metro quadrado nas localizações, é positivo, se uma vizinhança é mais desejável do que outra. Essa situação está ilustrada na Figura a seguir.

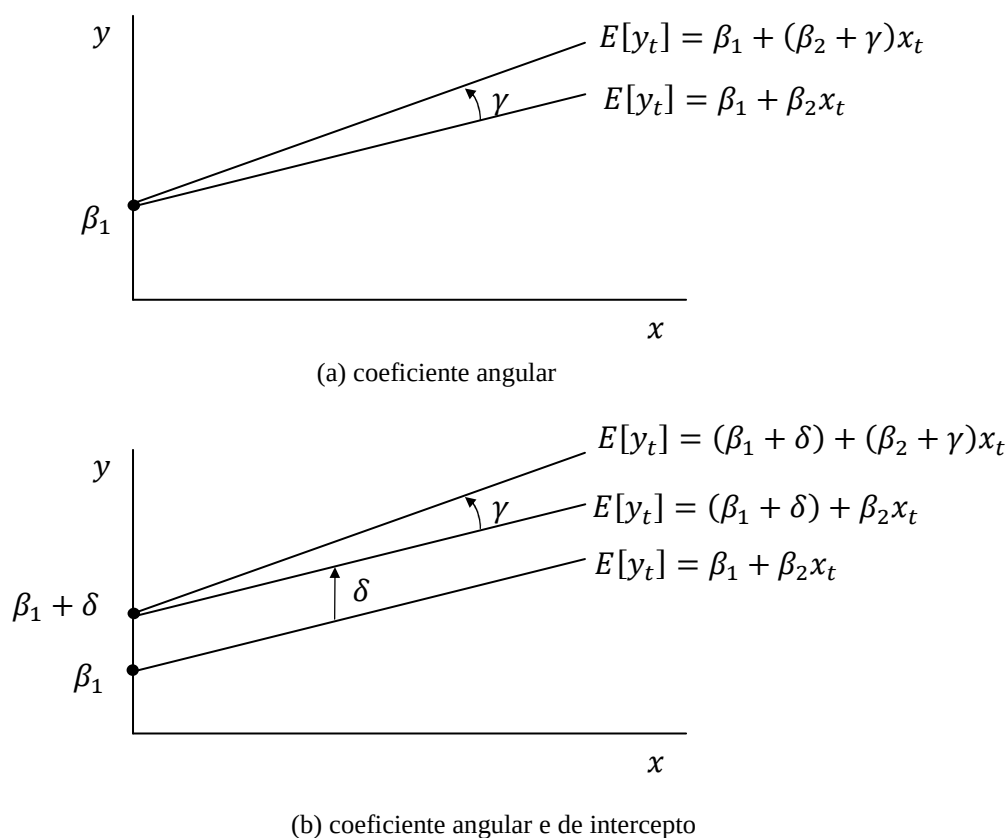


Figura 35 – Interpretação gráfica da variável binária (*dummy*).

ANEXO 3: HETEROCEDASTICIDADE DOS RESÍDUOS - DETECÇÃO E REGRESSÃO

Alguns questionamentos devem ser respondidos com relação à heterocedasticidade:

- A. Como saber se a presença de heterocedasticidade pode constituir um problema para meu modelo ou conjunto de dados?
- B. Há alguma forma de detectar a heterocedasticidade, de modo que eu saiba se devo usar as técnicas do método de mínimos quadrados generalizado?

Serão considerados duas formas de investigar essas questões:

1º Gráficos Residuais

Uma forma de pesquisar a existência de heterocedasticidade consiste em estimar o modelo utilizando mínimos quadrados e fazer o gráfico dos resíduos de

mínimos quadrados. Segundo a Figura 35a, se os erros são homocedásticos, não deve haver padrão de qualquer sorte nos resíduos. Se os erros são heterocedásticos, podem tender a exibir maior variação, de alguma forma sistemática segundo a Figura 35b. Esse método de pesquisa de heterocedasticidade pode ser aplicado para qualquer regressão simples e múltipla (avaliando pela variável explicativa com maior correlação com a variável dependente). Estes gráficos também permitem detectar a não linearidade, caso existe alguma tendência bem definida (Figura 35c e Figura 35d).

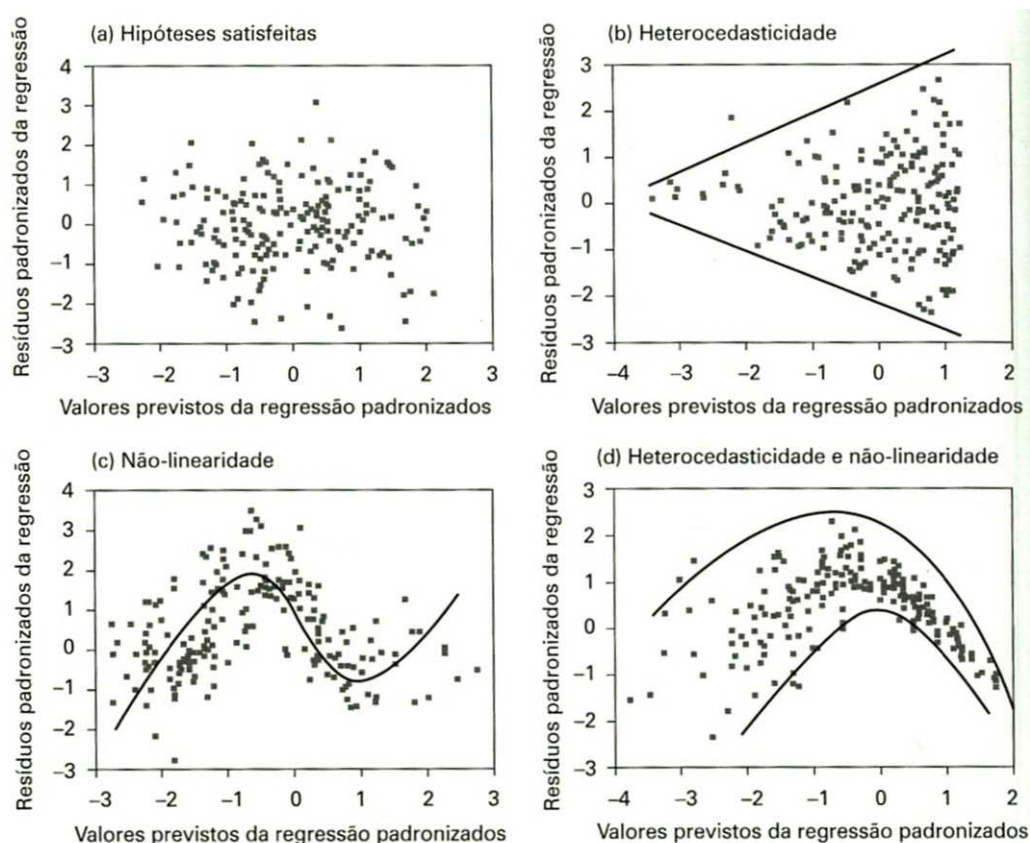


Figura 35 – Diagrama dos resíduos padronizados versus valores preditos padronizados.

2º O teste de Goldfeld-Quandt

Embora o gráfico dos resíduos nos forneça informação útil sobre a possibilidade da existência de heterocedasticidade, ele não nos diz, de uma maneira formal, se a variação na magnitude dos resíduos poderia ser atribuída ao acaso ou se constituem evidência estatística contra a hipótese nula de homocedasticidade. Um teste formal que pode ser usado para esse propósito é o teste de Goldfeld-Quandt. Ele envolve os seguintes passos:

1. Separe a amostra em duas subamostras aproximadamente iguais. A divisão deve ser de tal forma com variâncias potencialmente grandes estejam todas em uma mesma subamostra. É comum dividir a partir da mediana da variável explicativa com maior correlação com a variável dependente.
2. Calcule as variâncias estimadas $\hat{\sigma}_1^2$ e $\hat{\sigma}_2^2$ dos resíduos do modelo de regressão, respeitando a convenção de que $\hat{\sigma}_1^2$ é a estimativa para a subamostra com variâncias potencialmente grandes.
3. Calcule $GQ = \hat{\sigma}_1^2 / \hat{\sigma}_2^2$ e rejeite a hipótese nula de variâncias iguais se $GQ > F_c$, em que F_c é um valor crítico da distribuição F com $(T_1 - K)$ e $(T_2 - K)$ graus de liberdade. Os valores T_1 e T_2 são os números de observações em cada uma das subamostras.

Quando a variância é maior para maiores níveis da variável explicativa, é comum utilizar a seguinte equação:

$$var(e_t) = \sigma_t^2 = \sigma^2 x_t \quad (53)$$

Esta equação reflete a heterocedasticidade dos resíduos, em outras palavras, a presença de variância não constante. Sob as condições de heterocedasticidade, o estimador de mínimos quadrados não é o melhor estimador linear não tendencioso. Uma forma de contornar esse dilema é transformar nosso modelo estatístico em um modelo de erros homocedásticos. Deixando intacta a estrutura básica do modelo, é possível transformar um modelo de erro heterocedástico em um modelo de erro homocedástico. Feita essa transformação, a aplicação dos mínimos quadrados ao modelo transformado dá o melhor estimador linear não tendencioso. A transformação começa por dividir os membros da equação abaixo por $\sqrt{x_t}$, tal como:

$$\frac{y_t}{\sqrt{x_t}} = \underset{(ep_{\beta_1}^*)}{\beta_1 \left(\frac{1}{\sqrt{x_t}} \right)} + \underset{(ep_{\beta_2}^*)}{\beta_2 \left(\frac{x_t}{\sqrt{x_t}} \right)} + \frac{e_t}{\sqrt{x_t}} \quad R_{aj}^{*2}. \quad (54)$$

O passo seguinte será definir as seguintes variáveis transformadas:

$$y_t^* = \frac{y_t}{\sqrt{x_{t_1}}}, x_{t_1}^* = \frac{1}{\sqrt{x_t}}, x_{t_2}^* = \frac{x_t}{\sqrt{x_t}} = \sqrt{x_t}, e_t^* = \frac{e_t}{\sqrt{x_t}} \quad (55)$$

Assim pode-se escrever a equação como:

$$y_t^* = \beta_1 x_{t_1}^* + \beta_2 x_{t_2}^* + e_t^* \quad (56)$$

Agora o termo do erro transformado e_t^* é homocedástico. Resumindo, para obter o melhor estimador linear não tendencioso para um modelo com heterocedasticidade do tipo especificado na equação (56), deve-se realizar os seguintes procedimentos:

1. Calcula-se as variáveis transformadas conforme apresentada na equação (55);
2. Aplique-se os mínimos quadrados para se estimar o modelo transformado dado na equação (56).

O estimador assim obtido é chamado de estimador de mínimos quadrados generalizado. Pode-se encarar o estimador de mínimos quadrados generalizado como um estimador de mínimos quadrados ponderado. Recorde que o estimador de mínimos quadrados consiste nos valores de β_1 e β_2 que minimizam a soma dos quadrados dos erros. Nesse caso, estamos minimizando a soma dos quadrados dos erros transformados dada por:

$$\sum_{t=1}^T e_t^{*2} = \sum_{t=1}^T \frac{e_t^2}{x_t} \quad (57)$$

Os quadrados dos erros são ponderados pelo intervalo de x_t . Quando x_t é pequeno, os dados contem mais informação sobre a função de regressão, e as observações são fortemente ponderadas. Quando x_t é grande, os dados contem menos informações e as observações são levemente ponderadas. Assim, valemo-nos da heterocedasticidade para melhorar a estimação dos parâmetros.

ANEXO 4: FORMAS FUNCIONAIS NÃO LINEARES

Quando o modelo de regressão linear não é capaz de garantir uma regressão robusta, ou seja, que atenda aos pressupostos do modelo de regressão, recorre-se a modelos não lineares. Os principais modelos estatísticos não lineares estão descritos na Tabela 31.

As principais características de cada modelo descritas em Hill *et al.* (2010) são:

1. O modelo que é linear nas variáveis descreve o ajustamento de uma reta aos dados originais, com coeficiente angular β_2 e elasticidade pontual $\beta_2 x_t/y_t$. O coeficiente angular da relação é constante, mas a elasticidade varia em cada ponto.

Tabela 31 – Modelos estatísticos não lineares aplicados em estudos econométricos.

Tipo	Modelo Estatístico	Coef. Angular	Elasticidade
1. Linear	$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + e_t$	β_2	$\beta_2 \frac{x_t}{y_t}$
2. Inverso	$y_t = \beta_1 + \beta_2 \frac{1}{x_t} + e_t$	$-\beta_2 \frac{1}{x_t^2}$	$-\beta_2 \frac{1}{x_t y_t}$
3. Log-Log	$\ln(y_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(x_t) + e_t$	$\beta_2 \frac{y_t}{x_t}$	β_2
4. Log-Linear (Exponencial)	$\ln(y_t) = \beta_1 + \beta_2 x_t + e_t$	$\beta_2 y_t$	$\beta_2 x_t$
5. Linear-Log (Semi-log)	$y_t = \beta_1 + \beta_2 \ln(x_t) + e_t$	$\beta_2 \frac{1}{x_t}$	$\beta_2 \frac{1}{y_t}$
6. Log-Inverso	$\ln(y_t) = \beta_1 + \beta_2 \frac{1}{x_t} + e_t$	$\beta_2 \frac{y_t}{x_t^2}$	$\beta_2 \frac{1}{x_t}$

2. O modelo inverso toma as formas mostradas na Figura 36. Na medida em que x aumenta, y tende para o intercepto, sua assíntota, por cima ou por baixo, conforme o sinal de β_2 . O coeficiente angular dessa curva varia, tendendo a anular-se com o crescer de x . A elasticidade também varia em cada ponto e tem sinal oposto ao de β_2 . Na Figura 36, quando $\beta_2 > 0$, a relação entre x e y é inversa e a elasticidade é negativa: um aumento de 1% em x conduz a uma redução de $-\beta_2/(x_t y_t)$ por cento em y .

3. O modelo log-log é muito popular. Seu nome decorre do fato de que o logaritmo aparece em ambos os membros da equação. Para esse modelo, os valores de x e y devem ser todos positivos. A Figura 36 demonstra as formas que essa equação pode tomar, exibindo casos em que $\beta_2 > 0$ e casos em que $\beta_2 < 0$. Os coeficientes angulares dessas curvas variam em cada ponto, mas a elasticidade é constante e igual a β_2 . Esse

modelo de elasticidade constante é muito conveniente para os economistas, que costumam referir-se a elasticidades e estão familiarizados com o seu significado. Entretanto, facilidade de interpretação e conveniência nunca constitui razões suficientes para a escolha de uma forma funcional.

4. O modelo log-linear (log no membro esquerdo da equação e linear no membro direito) pode tomar formas como descrito na Figura 36. Tanto seu coeficiente angular como a sua elasticidade variam em cada ponto e têm o mesmo sinal que o de β_2 .

5. O modelo linear-log tem formas apresentadas na Figura 36. Apresenta-se como uma função crescente ou decrescente, dependendo do sinal de β_2 .

6. o modelo log-inverso (log no membro esquerdo da equação e o inverso da variável explicativa no membro da direita) tem sua forma apresentada conforme a Figura 36. Este modelo apresenta a seguinte característica: na vizinhança da origem, cresce a uma taxa crescente (convexa) e, em seguida, após determinado ponto, passa a crescer a uma taxa decrescente (côncava).

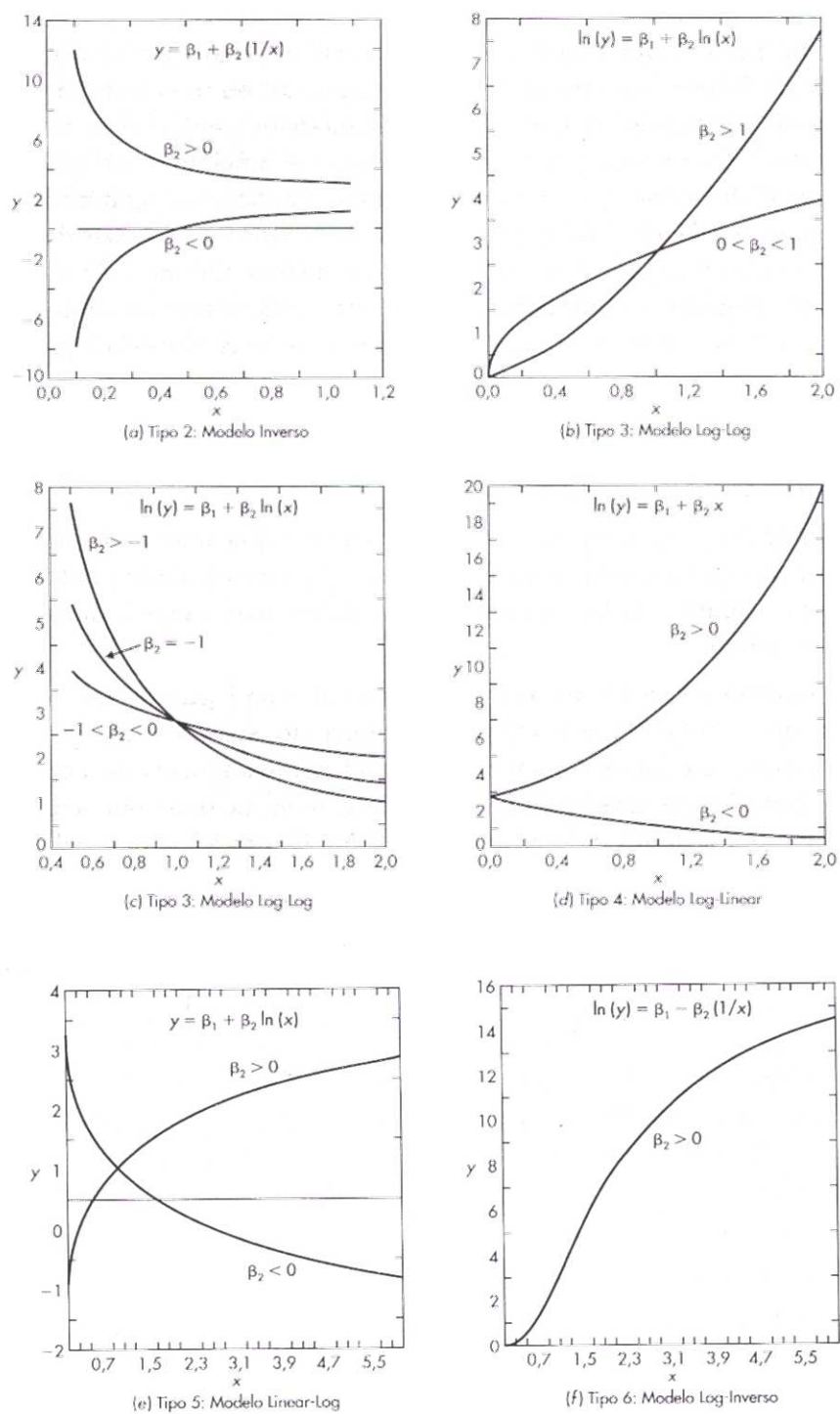


Figura 36 – Curvas típicas de modelos não lineares.

ANEXO 5: MÉTODO DE SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS

No processo de regressão é importante definir um critério de seleção de variáveis explicativas. Na regressão passo a passo (*stepwise*), as decisões sobre a ordem em que os previsores são acrescentados ao modelo é baseada puramente em critérios matemáticos. No método *forward* (para frente), um modelo inicial contendo somente a constante (b_0) é definido. O computador (através de um programa estatístico, tal como o SPSS) então procura pelo predictor (entre as variáveis explicativas possíveis) que melhor venha a prever a variável de saída (variável dependente).

O SPSS através do método *forward* seleciona o predictor que apresenta o coeficiente de correlação simples mais alto com a variável de saída (R). Se esse predictor aumenta significativamente a habilidade do modelo prever a saída, ele é mantido no modelo e o computador procura por um segundo predictor. O critério para selecionar o segundo predictor consiste em procurar a variável que apresente a maior correlação semiparcial com a variável de saída. A razão para chamá-la de correlação semiparcial é porque o efeito do primeiro predictor é parcializado apenas entre os previsores restantes e não são controlados na variável de saída. A correlação semiparcial fornece uma medida de quanto à nova variância na saída pode ser explicada por cada um dos previsores restantes. O predictor que contribui mais para a nova variância é adicionado ao modelo e se ele tiver uma contribuição significativa para o poder preditivo do modelo ele é mantido e outro predictor é procurado.

O método passo a passo (*stepwise*) do SPSS é o mesmo que o método *forward* (para frente), exceto que a cada vez que um predictor é adicionado à equação, um teste de remoção é feito sobre o predictor menos útil. Para tal a equação de regressão está constantemente sendo reaccessada para ver se algum predictor redundante pode ser removido. O método para trás (*backward*) é o oposto do método para frente (*forward*), já que o computador inicia colocando todos os previsores no modelo e então calcula a contribuição de cada um verificando a significância do teste t de cada predictor. Neste caso, se o predictor satisfaz o critério de remoção (isto é, se ele não está dando uma contribuição estatisticamente significativa para prevê o modelo) ele é removido do modelo e o modelo é re-estimado com os previsores restantes. A contribuição dos demais previsores é então reavaliada.

Ao utilizar o método *stepwise* é preferível que seja utilizado o método *backward* em vez do *forward*, pois a seleção para frente tem uma probabilidade maior

de excluir previsores envolvidos em efeitos supressores, ou seja, há um maior risco de se eliminar um previsor que de fato contribui para o modelo.