



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
*CRIADA PELA LEI Nº 10.435, DE 24 DE ABRIL DE 2002.*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
ENERGIA**

**PROPOSTA DE UM PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA  
EQUIPAMENTOS ELETRORRURAIS: ESTUDO DE CASO NAS TERRAS  
ALTAS DA MANTIQUEIRA**

**MOISÉS ANTONIO DOS SANTOS**

**Orientador:** Prof. AUGUSTO NELSON CARVALHO VIANA, D.SC.



ITAJUBÁ – MG

Dezembro de 2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

*CRIADA PELA LEI Nº 10.435, DE 24 DE ABRIL DE 2002.*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA**

**PROPOSTA DE UM PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA  
EQUIPAMENTOS ELETRORRURAIS: ESTUDO DE CASO NAS TERRAS  
ALTAS DA MANTIQUEIRA**

**MOISÉS ANTONIO DOS SANTOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Energia.

Área de Concentração: Exploração do Uso Racional de Recursos Naturais e Energia

Orientador: Prof. Augusto Nelson Carvalho Viana, D.Sc.



ITAJUBÁ – MG  
Dezembro de 2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste Trabalho, por qualquer meio convencional ou digital para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Moisés Antonio dos Santos**

Graduou-se em Engenharia Elétrica na UNIFEI em 2002; MBA em Gestão de Negócios no IBMEC/RJ em 2006; especialista em Uso Racional de Energia na UNIFEI em 2010.

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –  
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB\_6/1700

S237p

Santos, Moisés Antonio dos

Proposta de um Programa de Eficiência Energética para Equipamentos Eletorrurais: estudo de caso nas Terras Altas da Mantiqueira / Moisés Antonio dos Santos. -- Itajubá, (MG) : [s.n.], 2012.

112 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Nelson Carvalho Viana.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Eficiência energética. 2. Meio rural. 3. Equipamentos eletorrurais. I. Viana, Augusto Nelson Carvalho, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002

**A N E X O II**  
**FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA**

**Título da Dissertação:** “Proposta de um Programa de Eficiência Energética para Equipamentos Eletorrurais: Estudo de Caso nas Terras Altas da Mantiqueira”

**Autora:** Moisés Antônio dos Santos

**JULGAMENTO**

Examinadores	Conceito	Rubrica
	A=Aprovado R=Reprovado I=Insuficiente	
1º	Aprovado	
2º	Aprovado	
3º	Aprovado	
4º		

**Observações:**

- 1) O Trabalho será considerado Aprovado se todos os Examinadores atribuírem conceito A.
- 2) O Trabalho será considerado Reprovado se forem atribuídos pelos menos 2 conceitos R.
- 3) O Trabalho será considerado Insuficiente (I) se for atribuído pelo menos um conceito R. Neste caso o candidato deverá apresentar novo trabalho. A banca deve definir como avaliar a nova versão da Dissertação.
- 4) Esse documento terá validade de **60 dias a contar da data da defesa.**

Resultado Final:   A   Ou seja,   Aprovado  

Observações:   Realizar as correções sugeridas  

Itajubá, 17 de dezembro de 2012.

Prof. Dr. Roberto de Mattos  
1º Examinador – Fundação Roge

Prof. Dr. Jamil Haddad  
2º Examinador – UNIFEI

Prof. Dr. Augusto Nelson Carvalho Viana  
3º Examinador (orientador) - UNIFEI

*Aos meus pais, esposa, demais familiares e colegas.*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro a Deus que sempre esteve comigo em todas as decisões da minha vida.

Ao meu orientador, Professor D.Sc. Augusto Nelson Carvalho Viana, e aos professores da Unifei, D.Sc. Luiz Augusto Horta Nogueira e D.Sc. Jamil Haddad pelo incentivo e apoio dado na elaboração deste Trabalho.

Aos gerentes da Eletrobras Luiz Eduardo Menandro e Emerson Salvador pela oportunidade oferecida em coordenar o “Programa Piloto de Conservação de Energia no Meio Rural - Estudo de Caso nas Terras Altas da Mantiqueira”, sem a qual não seria possível desenvolver este estudo acadêmico, bem como ao Professor D.Sc. Roberto de Mattos, gestor do Programa pela Fundação Roge, além do colega M.Sc. George Camargo dos Santos, pelo auxílio na formatação da Dissertação.

Por fim aos familiares, em especial a minha esposa Luciene e a meus pais.

## **RESUMO**

DOS SANTOS, Moisés Antonio. **Proposta de um Programa de Eficiência Energética para Equipamentos Eletorrurais: Estudo de Caso nas Terras Altas da Mantiqueira.** Dissertação de Mestrado. Ciências em Engenharia de Energia. Universidade Federal de Itajubá, dezembro de 2012. Orientador: Prof. Augusto Nelson Carvalho Viana, D.Sc.

O objetivo deste Trabalho é apresentar uma proposta de programa de eficiência energética para equipamentos eletorrurais. Para tanto, foi realizada uma análise da posse desses equipamentos tanto para os de uso residencial, presentes em propriedades rurais, quanto para os de produção agrícola, assim como avaliado os hábitos de uso desses equipamentos, tendo como área de estudo as propriedades com atividade leiteira e avicultura de postura localizadas nas Terras Altas da Mantiqueira. Foi desenvolvido e aplicado um método para a escolha do equipamento alvo da proposta, assim como sugeridos os métodos de ensaios, de definição das classes de eficiência, de levantamento das famílias de equipamentos para comparação das eficiências energéticas, de escolha dos índices mínimos e dos critérios para o selo de endosso. O estudo indicou a picadora de forragem como o equipamento de produção agrícola de maior posse naquela região, com 0,86 unidades por propriedade rural e um consumo médio anual de 978 kWh/ano como o objeto do estudo. Para os equipamentos de uso residencial encontrados naquelas propriedades, não se mostrou relevante apresentar uma proposta de programa de eficiência energética, pois os que apresentaram de maior posse já são contemplados por tais iniciativas no Brasil.

**Palavras-Chaves:** (1) Eficiência Energética. (2) Meio Rural. (3) Equipamentos Eletorrurais.

## **ABSTRACT**

DOS SANTOS, Moisés Antonio. **Proposal for an Energy Efficiency Program for Rural Equipments: Case in “Terras Altas da Mantiqueira”**. Masters Dissertation. Science in Energy Engineering. Federal University of Itajubá, December of 2012. Advisor: Prof. Augusto Nelson Carvalho Viana, D.Sc.

The objective of this dissertation is to propose a energy efficiency program for rural equipments. For this purpose, was performed an analysis of the ownership of such equipment both for residential use, present on farms, as for agricultural production equipment, as well as evaluated their usage habits in farms with dairy and poultry located in “Terras Altas da Mantiqueira”. The study indicated the forage chopper as the agricultural production equipment of higher ownership in that region, with 0.86 per farm, besides having an average annual consumption of 978 kWh / year. It was developed and implemented a selection method the device target for proposal and suggested testing methods, definition of efficiency classes, choose the families of equipment for comparing the energy efficiencies, of selecting the indexes and the criteria minimum for the seal of endorsement. For residential use equipment found in those properties, was not relevant to present a proposal for a program for energy efficiency, because the equipment with more ownership are already covered by such initiatives.

**Keywords:** (1) Energy Efficiency; (2) Rural Sector; (3); Electrical Equipments.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - POPULAÇÃO RESIDENTE, POR LOCALIZAÇÃO DO DOMICÍLIO .....	22
FIGURA 2.2 - ESTRUTURA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL EM 2010.....	25
FIGURA 2.3 - SÉRIE HISTÓRICA DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RURAL BRASILEIRO.....	26
FIGURA 2.4 - PARTICIPAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETRODOMÉSTICOS NO CONSUMO RESIDENCIAL BRASILEIRO EM 1988 .....	28
FIGURA 2.5 - PARTICIPAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETRODOMÉSTICOS NO CONSUMO RESIDENCIAL BRASILEIRO EM 1997 .....	29
FIGURA 2.6 - PARTICIPAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELETRODOMÉSTICOS NO CONSUMO RESIDENCIAL BRASILEIRO EM 2005 .....	29
FIGURA 2.7 - POSSE DE LÂMPADAS INCANDESCENTES NO BRASIL E REGIÕES EM 1988, 1997 E 2005 .....	30
FIGURA 2.8 - POSSE MÉDIA DE LÂMPADAS FLUORESCENTE NO BRASIL E REGIÕES EM 1988, 1997 E 2005.....	30
FIGURA 2.9 - DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR USO FINAL NA INDÚSTRIA.....	31
FIGURA 2.10 - POTÊNCIA MÉDIA DE SISTEMAS DE BOMBEAMENTO NOS SETORES INDUSTRIAIS BRASILEIROS	31
FIGURA 2.11 - PERCENTUAL DE SUPERMERCADOS QUE POSSUEM SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO AMBIENTAL.....	32
FIGURA 2.12 - SELO <i>ENERGY STAR</i> .....	36
FIGURA 2.13 - ETIQUETA DO PROGRAMA <i>ENERGYGUIDE</i> .....	37
FIGURA 2.14 - ETIQUETA DO PROGRAMA <i>ENERGUIDE</i> .....	37
FIGURA 2.15 - <i>SELLO FIDE</i> .....	38
FIGURA 2.16 - ETIQUETA DO PROGRAMA EUROPEU .....	39
FIGURA 2.17 - SELO ENERGÉTICO JAPONÊS .....	40
FIGURA 2.18 - EXEMPLO DE SELO ENERGÉTICO JAPONÊS PARA UM PRODUTO QUE AINDA NÃO ATENDE AO SEU RESPECTIVO PADRÃO DE PERFORMANCE ESTABELECIDO PELO "PRINCÍPIO DO MELHOR CORREDOR".....	40
FIGURA 2.19 - EXEMPLO DE SELO ENERGÉTICO JAPONÊS PARA UM PRODUTO QUE JÁ ULTRAPASSOU SEU RESPECTIVO PADRÃO DE PERFORMANCE ESTABELECIDO PELO "PRINCÍPIO DO MELHOR CORREDOR".....	40
FIGURA 2.20 - ETIQUETA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (ENCE) .....	43
FIGURA 2.21 - SELO PROCCEL ELETROBRAS DE ECONOMIA DE ENERGIA.....	44
FIGURA 2.22 - IMPACTO DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS VENDAS DE EQUIPAMENTOS ....	45
FIGURA 2.23 - PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA PICADORA DE FORRAGEM .....	46
FIGURA 2.24 - DETALHES DAS FACAS (FIGURAS À ESQUERDA E CENTRO) E ROLOS ALIMENTADORES (À DIREITA).....	48
FIGURA 3.1 - FLUXOGRAMA DO MÉTODO ELABORADO PARA DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	49
FIGURA 3.2 - EXEMPLO DE <i>BOX PLOT</i> .....	54
FIGURA 3.3 - PASSOS PARA IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EQUIPAMENTOS .....	55

FIGURA 4.1 - MAPA COM A REGIÃO CONTEMPLADA EM DESTAQUE .....	58
FIGURA 4.2 - POSSE MÉDIA DE CHUVEIROS ELÉTRICOS NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA .....	62
FIGURA 4.3 - POSSE MÉDIA DE REFRIGERADORES DE UMA PORTA NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA ...	63
FIGURA 4.4 - POSSE MÉDIA DE MÁQUINAS DE LAVAR DE ROUPAS NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA ...	63
FIGURA 4.5 - POSSE MÉDIA DE TELEVISORES NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA.....	64
FIGURA 4.6 - POSSE MÉDIA DE DESINTEGRADORES PICADORES MOEDORES NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA .....	66
FIGURA 4.7 - POSSE MÉDIA DE MISTURADOR DE RAÇÃO NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA .....	66
FIGURA 4.8 - POSSE MÉDIA DE ORDENHADEIRA NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA.....	67
FIGURA 4.9 - POSSE MÉDIA DE PICADORA NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA .....	67
FIGURA 4.10 - POSSE MÉDIA DE TANQUE DE EXPANSÃO NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA .....	68
FIGURA 4.11 - CONSUMOS MÉDIOS DE PICADORAS .....	71
FIGURA 5.1 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PICADORAS .....	76
FIGURA 5.2 - EXEMPLO DE QUADRO COM AS INFORMAÇÕES A SEREM LEVANTADAS EM LABORATÓRIO .....	78
FIGURA 5.3 - CRITÉRIO PARA ESCOLHA DA LINHA DO PROGRAMA DE ETIQUETAGEM .....	84
FIGURA 5.4 - DETERMINAÇÃO DO NÍVEL MÍNIMO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE CONCESSÃO DO SELO DE ENDOSSO .....	85

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - PRODUÇÃO DE OVOS NO BRASIL E REGIÕES EM 2011 (MIL DÚZIAS) .....	23
TABELA 2.2 - QUANTIDADE DE LEITE CRU, RESFRIADO OU NÃO, ADQUIRIDO E INDUSTRIALIZADO EM 2011 (MIL LITROS) .....	25
TABELA 2.3 - POSSE DE MOTORES ELÉTRICOS EM PROPRIEDADE RURAIS DO ESTADO DO PARANÁ, POR POTÊNCIA, EM 2006 .....	33
TABELA 3.1 - RESULTADOS POSSÍVEIS DO FLUXOGRAMA DO MÉTODO.....	50
TABELA 4.1 - INFORMAÇÕES COMPLETAS SOBRE A POSSE MÉDIA DE EQUIPAMENTOS RESIDENCIAIS NAS PROPRIEDADES RURAIS DAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA .....	65
TABELA 4.2 - INFORMAÇÕES COMPLETAS SOBRE A POSSE MÉDIA DE EQUIPAMENTOS ELETRORRURAIS NAS TERRAS ALTAS DA MANTIQUEIRA .....	69
TABELA 4.3 - CONSUMO ANUAL MÉDIO DE PICADORAS .....	72
TABELA 4.4 - CONSUMO MÉDIO MENSAL DE ALGUNS EQUIPAMENTOS CONTEMPLADOS NO SELO PROCEL ELETROBRAS E NO PBE.....	73

## LISTAS DE SIGLAS E ABREVIACOES

AMPLA	AMPLA ENERGIA E SERVIÇOS
APA	ÁREA DE PROTEOO AMBIENTAL
CEAL	COMPANHIA ENERGÉTICA DE ALAGOAS
CEB	COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA
CEEE	COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA
CELB	COMPANHIA ENERGÉTICA DA BORBOREMA
CELESC	CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA
CELG	COMPANHIA ENERGÉTICA DE GOIÁS
CELPA	CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ
CELPE	COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO
CEMAR	COMPANHIA ENERGÉTICA DO MARANHÃO
CEMAT	CENTRAIS ELÉTRICAS MATOGROSSENSES
CEMIG	COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS
CEPA	CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AGRÍCOLA
CER	COMPANHIA ENERGÉTICA DE RORAIMA
CERJ	COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO RIO DE JANEIRO
CERON	CENTRAIS ELÉTRICAS DE RONDÔNIA
CESP	COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO
cf.	CONFORME
COELBA	COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA
COELCE	COMPANHIA ENERGÉTICA DO CEARÁ
COPEL	COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA
COSERN	COMPANHIA ENERGÉTICA DO RIO GRANDE DO NORTE
CPFL	COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ
DPM	DESINTEGRADOR PICADOR MOEDOR
ELETROACRE	COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ACRE

ELETOBRAS	CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A.
ELETRONORTE	CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL
ENERGIPE	EMPRESA ENERGÉTICA DE SERGIPE
ENERSUL	EMPRESA ENERGÉTICA DO MATO GROSSO DO SUL
EPE	EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA
ESCELSA	ESPÍRITO SANTO CENTRAIS ELÉTRICAS
GEN	GRUPO DE ENERGIA
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IRN	INSTITUTO DE RECURSO NATURAIS
NICATEC	NÚCLEO INTEGRADO DE CAPACITAÇÃO TÉCNICA
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
PROCEL	PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
PROCEL EPP	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PRÉDIO PÚBLICOS
PROCEL RELUZ	PROGRAMA NACIONAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA E SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EFICIENTES
PROCEL SANEAR	PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL
RGE	RIO GRANDE ENERGIA
SAELPA	SOCIEDADE ANÔNIMA DE ELETRIFICAÇÃO DA PARAÍBA
s/d	SEM DATA
s/l	SEM LOCAL
UNIFEI	UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

# SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	16
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	17
1.2	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	18
1.3	JUSTIFICATIVAS E MOTIVAÇÕES .....	19
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	20
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	PANORAMA ECONÔMICO E DEMOGRÁFICO DO SETOR RURAL NO BRASIL COM DESTAQUE NA PECUÁRIA LEITEIRA E AVICULTURA DE POSTURA .....	21
2.2	PANORAMA ENERGÉTICO DO SETOR RURAL NO BRASIL.....	25
2.3	PESQUISAS DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO NO BRASIL .....	27
2.4	PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EQUIPAMENTOS PELO MUNDO E NO BRASIL .....	34
2.5	INFORMAÇÕES SOBRE AS PICADORAS DE FORRAGEM.....	46
3.	MÉTODO DESENVOLVIDO PARA SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO E ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DE PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	49
3.1	FLUXOGRAMA DO MÉTODO DESENVOLVIDO.....	49
3.2	ETAPA 0: COLETA DE DADOS EM CAMPO EM LOCAL ESPECÍFICO .....	50
3.3	ETAPAS 1 E 1': LEVANTAMENTO DA POSSE DE EQUIPAMENTOS .....	51
3.4	ETAPAS 2 E 2': AVALIAÇÃO DA RELEVÂNCIA DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	52
3.5	ETAPAS 3 E 3': AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	52
3.6	ETAPA REALIMENTAÇÃO.....	55
3.7	ETAPA FINAL: PROPOSTA DE PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	55
4.	APLICAÇÃO DO MÉTODO PARA SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO OBJETO DA PROPOSTA.....	57
4.1	ETAPA 0: COLETA DE DADOS EM CAMPO EM LOCAL ESPECÍFICO .....	57
4.2	ETAPAS 1 E 1': LEVANTAMENTO DAS POSSES DE EQUIPAMENTOS.....	61
4.3	ETAPAS 2 E 2': AVALIAÇÃO DA RELEVÂNCIA DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	69
4.4	ETAPAS 3 E 3': AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	70
5.	PROPOSTA DE AÇÕES INICIAIS PARA SUBSIDIAR UM PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA PICADORAS DE FORRAGEM .....	75

5.1 FLUXOGRAMA DA PROPOSTA DE PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	76
5.2 ETAPA 1: REALIZAÇÃO DE PESQUISA DE MERCADO DE PICADORAS DE FORRAGEM .....	77
5.3 ETAPAS 2, 3 E 4: ELABORAÇÃO DE NORMAS, ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS E EXECUÇÃO DE ENSAIOS EM PICADORAS DE FORRAGEM .....	77
5.4 ETAPA 3: DECISÃO SOBRE A NECESSIDADE DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PICADORAS DE FORRAGEM .....	82
5.5 ETAPA 4: LEVANTAMENTO DAS FAMÍLIAS DE EQUIPAMENTOS PARA FINS DE COMPARAÇÃO .....	83
5.6 ETAPA 5: ESCOLHA DA LINHA DO PROGRAMA DE ETIQUETAGEM E DEFINIÇÃO DAS CLASSES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	83
5.7 ETAPAS 6 E 7: DETERMINAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA A CONCESSÃO DO SELO DE ENDOSSO E DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS MÍNIMOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA COMERCIALIZAÇÃO NO PAÍS .....	84
5.8 ETAPA 8: IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PICADORAS DE FORRAGEM.....	86
6. CONCLUSÕES .....	88
6.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES DO ESTUDO E RECOMENDAÇÕES .....	88
6.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	89
6.3 RECOMENDAÇÕES .....	90
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	91
ANEXO A: QUESTIONÁRIO UTILIZADO NOS LEVANTAMENTOS DE CAMPO .....	101

“Tudo quanto vive, vive porque muda; muda porque  
passa; e, porque passa, morre. Tudo quanto vive  
perpetuamente se torna outra coisa, constantemente se  
nega, se furta à vida”.

(Fernando Pessoa)

## 1. INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), instituído pela Portaria Interministerial nº. 1.877, de 30 de dezembro de 1985 e, posteriormente, mantido por Decreto Presidencial em 18 de julho de 1991, é o Programa do Governo Federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRAS), com o objetivo de promover o uso eficiente da energia elétrica, assim como o combate ao seu desperdício. Para garantir a efetividade do Programa, a ELETROBRAS prove o suporte técnico e financeiro necessário a sua execução.

Buscando expandir as ações do Programa, em 2006 a ELETROBRAS firmou parceria com a Fundação Educacional de Ensino de Técnicas Agrícolas - Fundação ROGE - para a constituição do Núcleo Integrado de Capacitação Técnica (NICATEC), em Delfim Moreira - MG, visando formar recursos humanos para atuarem na esfera rural em questões ligadas à energia e ao meio ambiente, além da difusão de tecnologias atuais sobre o tema. Inaugurado em 2007, o NICATEC possui uma área construída 720 m<sup>2</sup>, que abriga laboratórios e equipamentos para pesquisa e projetos nas áreas citadas.

Com a capacitação do Núcleo, nova parceria entre as instituições foi constituída, dessa vez com o objetivo de desenvolver o “Programa Piloto de Conservação de Energia no Meio Rural - Estudo de Caso nas Terras Altas da Mantiqueira”, buscando estender ao meio rural as atividades e práticas previstas para a ELETROBRAS PROCEL. Destaca-se que o projeto contou com apoio técnico do Instituto de Recurso Naturais (IRN) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), através de seu Grupo de Energia (GEN).

Dentro das diversas atividades do projeto, foi realizado o levantamento da quantidade de equipamentos elétricos existentes nas propriedades visitadas na região das Terras Altas da Mantiqueira, no Sul de Minas Gerais, sendo que a pesquisa foi dividida em duas categorias: equipamentos de uso residencial, encontrados em propriedades rurais, e de produção<sup>1</sup>, sendo estes últimos os voltados ao beneficiamento e processamento de produtos agrícolas, em especial, leite e ovos. Além do levantamento da quantidade de equipamentos, foi realizada uma pesquisa com os responsáveis pelas propriedades rurais, a qual possibilitou estimar os hábitos de uso e o consumo dos equipamentos identificados.

---

<sup>1</sup> Definem-se neste Trabalho equipamentos de uso residencial, os encontrados nas residências existentes nas propriedades rurais investigadas, assim como os equipamentos de produção agrícola, os utilizados como bens de produção.

## 1.1 Considerações iniciais

Observa-se que há certa carência de informações quanto aos equipamentos eletorrurais<sup>2</sup>, principalmente no que se refere à avaliação dos consumos de energia, dos hábitos de uso e os impactos energéticos proporcionados por tais hábitos no sistema elétrico nacional, assim como no meio ambiente.

Apesar de existirem algumas pesquisas desenvolvidas nos estados do Paraná e de São Paulo, por exemplo, essas não efetivaram ações diretas para a melhoria da eficiência energética em equipamentos exclusivos do meio rural, tendo em vista não existir, até o momento, a inclusão destes no portfólio dos programas nacionais que objetivam ao desenvolvimento tecnológico e eficiência energética de tais dispositivos, como são os casos do Selo PROCEL ELETROBRAS de Economia de Energia e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), este executado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) ou abrangidos pela Lei de Eficiência Energética.

Por outro lado, alguns equipamentos encontrados no meio rural, que têm forte presença nas cidades, já fazem parte de tais programas, mas não devido ao fato de estarem presentes no meio rural, tendo em vista que as pesquisas que nortearam os programas foram realizadas na área urbana do país (ELETROBRAS PROCEL, 1998, 1997, 2005). Observa-se, ainda, a falta de políticas públicas direcionadas exclusivamente à melhoria da eficiência energética no setor agrícola.

O Trabalho aqui elaborado utiliza dados de uma pesquisa realizada em uma amostra das propriedades rurais existentes na região das Terras Altas da Mantiqueira, no sul de Minas Gerais, sendo seus resultados representativos daquela área, os quais servem de indicativo nacional, tendo em vista a representatividade da pecuária leiteira e da avicultura de postura da região, frente ao produzido no país. Cabe ressaltar que o estudo foi executado em propriedades de baixa, média e alta tecnologia para a pecuária leiteira e em propriedades com vários níveis de produção de ovos, no caso da avicultura, aumentando a confiabilidade da amostra selecionada, conforme será descrito mais adiante.

Segundo Avicultura Industrial (2006), a região é a maior produtora de ovos de Minas Gerais e a segunda do país, com uma produção diária de quatro milhões de unidades, sendo ainda a segunda maior produtora de leite daquele estado, o mais representativo do país (CILEITE, 2009).

Quanto à proposta a ser apresentada para subsidiar a implantação de um programa de

---

<sup>2</sup> Adotou-se como equipamentos eletorrurais tanto os de uso residencial, presentes em propriedades rurais, quando os de produção agrícola.

eficiência energética, esta se restringe à análise da viabilidade técnica da implantação do programa, assim como à sugestão de ações a serem realizadas no processo, sendo que a efetivação e a consequente observância dos resultados dependem do engajamento das instituições responsáveis por elaborar e executar as políticas públicas de eficiência energética no país, assim como a contribuição da parte da sociedade que será beneficiada após implantação da proposta aqui indicada.

Destaca-se, ainda, que o estudo foi dividido em duas etapas, ou seja, em equipamentos de uso residencial, presente em propriedades rurais, e de produção agrícola, tendo em vista seus propósitos no âmbito das propriedades estudadas. Desta forma, é possível apresentar tanto uma proposta de programa de eficiência energética para um equipamento de uso residencial, produção, ou ambos, dependendo dos programas já existentes no país e dos possíveis resultados energéticos e sociais<sup>3</sup>. O resultado da aplicação do método desenvolvido apontou para as picadoras de forragem, mas os critérios poderiam ser utilizados em outros subsectores rurais, ou mesmo outros setores econômicos, podendo indicar outros equipamentos.

## **1.2 Objetivos geral e específicos**

O objetivo geral deste Trabalho é apresentar uma proposta de programa de eficiência energética para um equipamento eletrorural, por meio da avaliação da posse média e do consumo energético do equipamento, bem como dos possíveis benefícios sociais proporcionados, subsidiando a elaboração de políticas públicas de eficiência energética para o meio rural.

Para tanto, foram definidos os objetivos específicos a seguir:

- apresentar uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos explorados no Trabalho para determinação dos parâmetros atuais que direcionarão os estudos (cf. cap. 2);
- construir um método para selecionar um equipamento objeto de uma proposta de eficiência energética, podendo ser de uso residencial, presente em propriedades rurais, de produção agrícola ou ambos (cf. cap. 3);
- utilizar o método desenvolvido para justificar a escolha do equipamento a ser proposto

---

<sup>3</sup> São considerados benefícios sociais a inclusão de novas opções educacionais, como ensino de conceitos de eficiência energética, por exemplo, mitigação de custos com energia elétrica, permitindo que os recursos economizados possam ser aproveitados em bem dos consumidores, menos acidentes de trabalho, menor tempo de interrupção no fornecimento de energia, melhorando a qualidade de vida etc.

para as ações de eficiência energética (cf. cap. 4);

- propor ações iniciais para estruturar um programa de eficiência energética para o equipamento selecionado (cf. cap. 5).

### 1.3 Justificativas e motivações

Segundo o Balanço Energético Nacional 2011: ano base 2010 (EPE, 2011), o consumo de energia elétrica no setor rural do país em 2010 foi de 17.575 GWh, o que correspondeu a 3,86% do consumo total registrado naquele ano, sendo superior, por exemplo, ao verificado em iluminação pública ou saneamento ambiental, registrados, respectivamente, em 11.913 GWh e 10.898 GWh naquele ano, segundo ANEEL (s/d).

Esse relevante consumo de energia elétrica e os estudos realizados pela ELETROBRAS e a Fundação ROGE motivaram a compilação deste Documento, que pretende servir como base de um futuro programa de eficiência energética direcionado ao primeiro equipamento eletrorural no país, neste caso as picadoras de forragem.

Destaca-se que no planejamento de ações de interesse é necessário perceber a realidade, avaliar os caminhos, construir um referencial futuro, estruturando o trâmite adequado para que seja atingido o objetivo traçado. A partir desse pressuposto, recorre-se às palavras de Pierre-Simon de Laplace (apud MLODINOW, 2008):

Se uma inteligência, em determinado instante, pudesse conhecer todas as forças que governam o mundo natural e as posições de cada ser que o compõe; se, além disso, essa inteligência fosse suficiente grande para submeter essas informações à análise, teria como abranger em uma única fórmula os movimentos dos maiores corpos do universo e os dos menores átomos. Para essa inteligência, nada seria incerto, e o futuro, tanto quanto o passado, se faria presente diante de seus olhos.

Observa-se que Laplace discorria, em 1814, sobre a doutrina do determinismo, a ideia de que o estado atual do universo determina exatamente como este se portará no futuro. No entanto, essa visão não é perfeita, pois após a introdução do princípio da incerteza de Heisenberg (SANTOS, 1999), que pressupôs que é impossível determinar simultaneamente, e com igual precisão, a localização e a velocidade de uma partícula, esse pensamento ficou enfraquecido. Ainda assim, a lógica de Laplace é útil no que diz respeito ao planejamento de ações futuras, pois somente podem ser vislumbrados novos projetos e seus possíveis impactos se for conhecida a situação atual daquilo que se pretende modificar.

Nesse sentido, percebe-se um grande desconhecimento sobre as formas de consumo de

energia elétrica no meio rural, principalmente no tocante às pequenas propriedades, assim como o distanciamento de políticas públicas de eficiência energética nesse meio. Ainda que significativo para a economia nacional, o setor rural se manteve, durante muito tempo, relegado a um plano secundário pelo setor elétrico; porém tal panorama tem sido alterado, principalmente pela expansão do agronegócio brasileiro, que atrai cada vez mais tecnologias e recursos.

## **1.4 Estrutura do trabalho**

Procurando alcançar os objetivos traçados, o Trabalho foi estruturado da seguinte forma:

A primeira parte apresenta o Capítulo 1 com a Introdução da Dissertação, na qual há as considerações iniciais, os objetivos geral e específicos, as justificativas e motivações, bem como a estrutura do trabalho.

Na segunda parte, o desenvolvimento está dividido conforme os Capítulos abaixo:

- o Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica realizada;
- o Capítulo 3 descreve o método elaborado para tomada de decisão sobre a escolha do equipamento para a proposta de programa de eficiência energética;
- o Capítulo 4 fornece os resultados das análises efetuadas a partir da aplicação do método elaborado, definindo o equipamento objeto da proposta;
- o Capítulo 5 apresenta a proposta de ações iniciais para a formatação de um programa de eficiência energética para picadoras de forragem;

Na última parte do trabalho estão as conclusões, no Capítulo 6, onde se observam também as limitações do estudo e as recomendações.

Por fim, como anexo foi inserido o questionário utilizado nos levantamentos de campo, para apresentar a forma de levantamento dos dados que geraram as informações utilizadas neste estudo.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo será apresentada a revisão da literatura no que concerne ao panorama econômico e demográfico do setor rural com destaque na pecuária leiteira e avicultura de postura; ao panorama energético do setor rural; a algumas pesquisas de posse e hábitos de uso de equipamentos consumidores de energia elétrica no Brasil; a uma visão sobre programas de eficiência energética em equipamentos pelo mundo e no Brasil; e às principais características das picadoras de forragem.

### **2.1 Panorama econômico e demográfico do setor rural no Brasil com destaque na pecuária leiteira e avicultura de postura**

Nesta seção será apresentada uma rápida visão do setor rural brasileiro, assim como mostrada algumas características da pecuária leiteira e da avicultura de postura no país.

#### **2.1.1 Panorama nacional do setor rural**

A partir da década de 1970, a modernização tecnológica da agricultura brasileira começou a tomar impulso, porém não se deu de forma homogênea, apresentando combinações das mais diversas. Essa heterogeneidade pode ser creditada à geografia das diferentes regiões do país, das relações de produção inerentes a cada local, da infraestrutura disponível, além das condições existentes para articulações comerciais tanto nacionais quanto internacionais. Para que o setor agropecuário nacional pudesse se tornar competitivo e acompanhar a evolução ocorrida em países desenvolvidos, houve a necessidade de se implantar mudanças tecnológicas e incrementar a mecanização dos meios de produção (TEIXEIRA, 2005).

Como mencionam Paulino e Krüger (2010)

Isso pode ser facilmente compreendido se atentarmos para o fato de que os produtos agrícolas, cuja demanda se inscreve em uma escala de mercado global, proporcionam maior rentabilidade, pois, além de integrarem redes mais amplas de trocas [...] podem se constituir em diferencial nos momentos de crise conjuntural [...].

Esse fato implica na adoção sistemática de políticas públicas de incentivo ao setor

agropecuário nacional, angariando vultosos investimentos em favor do desenvolvimento das técnicas produtivas no setor agrícola nacional e de financiamento público da atividade.

Dados do Censo 2010 do IBGE (IBGE, 2010) demonstram que 84,35% (160,88 milhões) da população brasileira vivem nos centros urbanos e 15,65% (29,85 milhões) no meio rural (Figura 2.1), bem como informações obtidas no Ministério da Integração Nacional (MI, 2010) indicam que o agronegócio nacional foi responsável por 33% do Produto Interno Bruto (PIB), 42% das exportações totais e 37% dos empregos brasileiros em 2005.

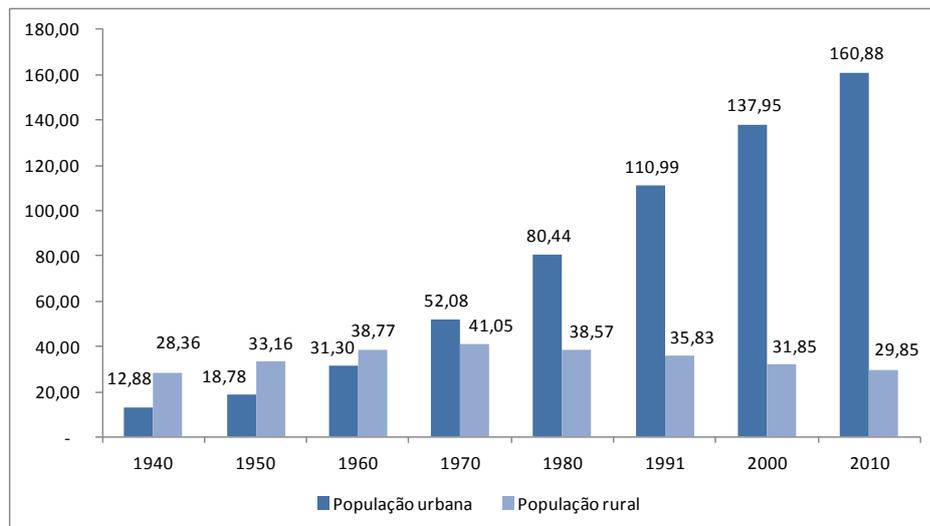


Figura 2.1- População residente, por localização do domicílio

Fonte: Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010)

O desempenho da agricultura brasileira põe o agronegócio em uma posição de destaque em termos de saldo comercial, apesar das barreiras comerciais e as políticas de subsídios adotadas pelos países importadores. Fatos que embasam a necessidade de se investir em políticas agrárias capazes de modernizarem e gerarem empregos nesse meio, a fim de promover o desenvolvimento socioeconômico em cidades do interior do país. Consta no Plano Agrícola e Pecuário 2011 – 2012 (MAPA, 2012) que, para esse período, serão destinados R\$ 107,2 bilhões para a agricultura comercial, evidenciando a grandiosidade do setor. Em 2010, a Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta o país como o terceiro maior exportador agrícola do mundo, atrás apenas de Estados Unidos e União Europeia (CILEITE, 2010).

### 2.1.2 Avicultura de postura no Brasil

Os galináceos (*Gallus gallus domesticus*) foram domesticados há 3,5 mil anos no Sudoeste Ásia (WEST e ZHOU, 1989). A ave é utilizada, desde então, principalmente para a produção de ovos e carne.

O desenvolvimento da avicultura brasileira tomou impulso no final da década de 1950, nos estados da região Sudeste, principalmente em São Paulo. Devido ao menor custo dos insumos para alimentação das aves, tendo em vista a proximidade dos centros produtores de milho e soja, os estados de Santa Catarina e Mato Grosso incrementaram a atividade a partir de 1970 (HEINZEN, 2006).

Segundo CEPA (2006) “de 2000 a 2003, aproximadamente 55,5% dos plantéis de poedeiras encontrava-se na região Sudeste, seguida da região Sul (18,5%), Nordeste (15,5%), Centro-oeste (7,7%) e Norte (2,8%)”. Os maiores rebanhos estavam em São Paulo com, 25,3 milhões de poedeiras em 2003 e em segundo Minas Gerais, com 5,4 milhões de poedeiras no mesmo ano, seguidos de Paraná com 5,4 milhões, do Rio Grande do Sul, com 4,1 milhões e Pernambuco, com 3,6 milhões. A Tabela 2.1, apresenta a produção de ovos no Brasil em 2011. A produção atingiu a marca de aproximadamente 2.562.903 mil de dúzias. O estado de São Paulo participa com 29% da produção nacional, seguido por Minas Gerais, responsável por 12% e Paraná, com 10%.

Tabela 2.1 - Produção de ovos no Brasil e regiões em 2011 (mil dúzias)

<b>Região</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Percentual</b>
Brasil	2.562.903	100%
Norte	64.276	3%
Nordeste	351.175	14%
Sudeste	1.214.800	47%
Sul	601.231	23%
Centro-Oeste	331.421	13%

Fonte: IBGE/SIDRA (s/d)

Devido à necessidade de redução de custos e aumento de produtividade, com o objetivo de manter a competitividade mundial, a avicultura brasileira se modernizou, tornando-se uma das mais organizadas do mundo. Com isso, a mecanização e as técnicas de produção que passaram a ser utilizadas contribuíram para o crescimento do consumo de energia elétrica

no setor rural (TEIXEIRA, 2005).

### **2.1.3 Pecuária leiteira no Brasil**

Segundo Ferreira (2007) “o Brasil é o sétimo maior produtor mundial de leite, mas sua posição vai para décimo sétimo quando se trata de produtividade, isto ocorre devido à baixa eficiência produtiva dos estabelecimentos rurais brasileiros<sup>4</sup>”. Apesar da baixa produtividade, destaca-se no agronegócio brasileiro. Conforme Sebastião (2002):

Essa importância está ligada tanto ao seu caráter de segurança alimentar, uma vez que o leite é um alimento completo, fazendo parte da dieta alimentar dos consumidores brasileiros, quanto pela quantidade de divisas que o produto tem gerado em toda cadeia produtiva.

O gado leiteiro pode ser criado a pasto ou confinado. Um sistema de produção de leite a pasto eficiente possibilita a atividade leiteira competitiva, tendo em vista a grande disponibilidade de alimento barato, além de permitir sua utilização de forma mais eficiente pelo rebanho leiteiro (SOUSA, s/d). Outro fator é o baixo custo de alimentação e manejo que a modalidade de criação oferece. Já o sistema de confinamento os animais são mantidos em currais com área restrita, com alimento e água disponibilizada em cochos. Esse sistema apresenta maior produtividade que o sistema a pasto, porém a criação a pasto tem um custo de produção menor, assim, é necessária uma avaliação financeira de investimentos e produção no momento da opção pelo sistema de criação. Na Tabela 2.2 se pode observar a produção nacional e regional de leite no Brasil em 2011.

---

<sup>4</sup> O termo produtor se refere à quantidade total de leite produzida no país, já a produtividade é relacionada à quantidade de leite por animal.

Tabela 2.2 - Quantidade de leite cru, resfriado ou não, adquirido e industrializado em 2011 (mil litros)

Região	Quantidade	Percentual
Brasil	21.798.880	100%
Norte	1.221.892	6%
Nordeste	1.352.065	6%
Sudeste	8.721.625	40%
Sul	7.421.273	34%
Centro-Oeste	3.082.025	14%

Fonte: IBGE/SIDRA (s/d)

Observa-se que a maior região produtora é a Sudeste, com grande concentração em Minas Gerais, o maior estado produtor, com 26% do leite nacional (IBGE/SIDRA, [s/d]).

## 2.2 Panorama energético do setor rural no Brasil

Observa-se no Balanço Energético Nacional 2011: ano base 2010 (EPE, 2011), que o consumo de energia elétrica no Brasil em 2010 atingiu o montante de 455.742 GWh, sendo que 3,86% foi observado no setor agropecuário, o que representou 17.575 GWh. A estrutura do consumo nacional pode ser observada na Figura 2.2:

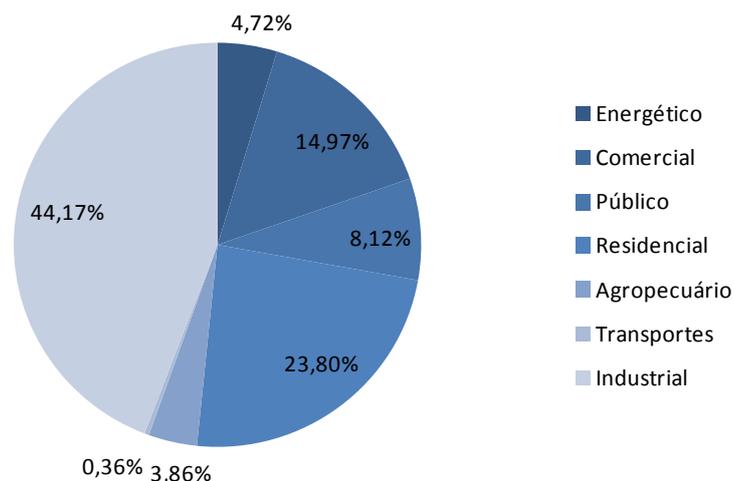


Figura 2.2 - Estrutura do consumo de energia elétrica no Brasil em 2010

Fonte: EPE (2011)

Verificando-se o histórico do consumo de energia elétrica também no Balanço

Energético Nacional 2011 (EPE, 2011), observa-se, conforme na Figura 2.3, o rápido crescimento desse consumo no setor rural. Em 40 anos, o crescimento foi de 55 vezes, enquanto que o consumo total de energia elétrica no país aumentou 15 vezes nesse período.

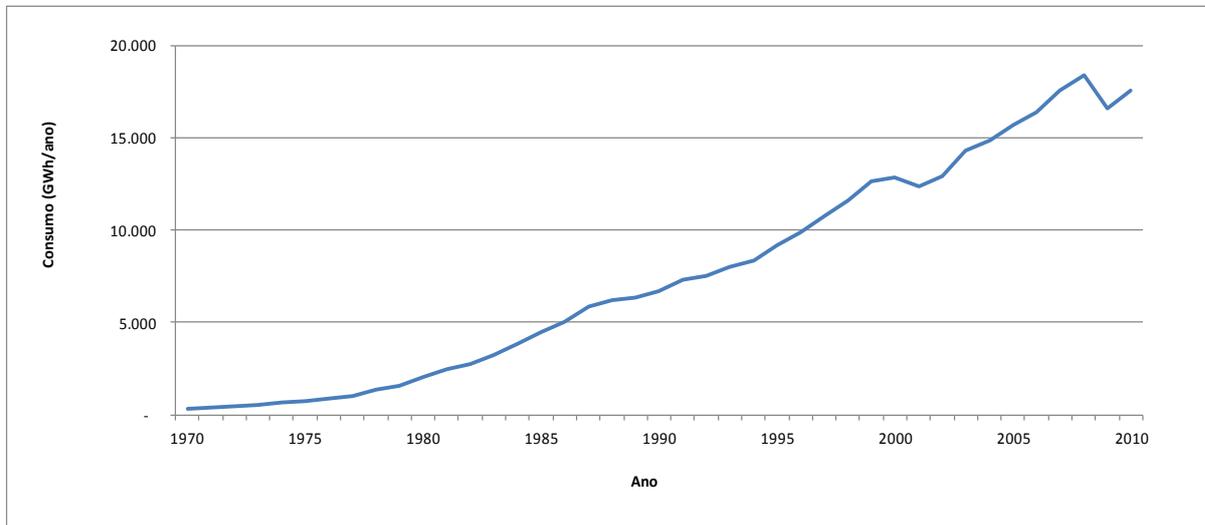


Figura 2.3 - Série Histórica do Consumo de Energia Elétrica no Setor Rural Brasileiro

Fonte: EPE (2011)

Segundo Oliveira e Simon (2004)

O processo de modernização da agricultura ocorreu em nível nacional e, particularmente no Estado de São Paulo levou a uma aceleração do crescimento do uso de insumos, especialmente energéticos, e, sobretudo de origem fóssil na produção agropecuária. A maior produção agropecuária, decorrente deste processo, possibilitou a elevação do nível de renda e a uma tendência de se mudar os hábitos de consumo, inclusive na utilização de energia elétrica.

O acesso à energia elétrica pode colaborar para o incremento da produção agrícola, tendo em vista a modernização de processos produtivos que essa energia possibilita. Segundo Oliveira e Simon (2004) “a intensificação do uso da energia elétrica no campo depende de programas do governo, pois a iniciativa privada não tem interesse em realizá-lo”.

Comparando-se os consumos de energia elétrica nos diversos setores da economia, nota-se a relevância do uso desse energético no setor agropecuário, que é similar ao do setor energético (4,72%), dez vezes superior ao do setor de transportes (0,36%) e quase a metade do consumo no setor público (8,12%), setor este que é representado pela iluminação pública, prédios públicos e saneamento ambiental, áreas que contam com diversos programas para melhoria na eficiência energética, a exemplo do PROCEL EPP (Eficiência Energética em

Prédios Públicos), PROCEL GEM (Gestão Energética Municipal), PROCEL RELUZ (Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes) e PROCEL SANEAR (Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental), ambos geridos pela ELETROBRAS (ELETROBRAS PROCEL, 2012).

## **2.3 Pesquisas de posse de equipamentos e hábitos de uso no Brasil**

Algumas pesquisas sobre a posse de equipamentos elétricos no Brasil foram realizadas por diversas instituições, destacando a ELETROBRAS PROCEL e algumas concessionárias de distribuição de energia elétrica, seja para delinear ações de eficiência energética, seja para traçar um retrato do mercado consumidor. Foram realizadas pesquisas em diversas classes de consumo do país, principalmente na classe residencial, bem como nas classes comercial, industrial e prédios públicos. Ao que se refere ao meio rural, não foram identificados estudos aprofundados e sim alguns pontuais, conforme serão apresentados na sequência desta seção.

### **2.3.1 Pesquisas da ELETROBRAS PROCEL**

A primeira pesquisa de campo, quantitativa, denominada “Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo”, na classe residencial, em âmbito nacional, teve a coordenação da ELETROBRAS, por meio do PROCEL, e foi realizada em 1988, pelo IBGE. Foram entrevistados 10.818 consumidores, em 291 municípios, de 23 estados e o Distrito Federal, abrangendo todas as regiões do país e contou com a imprescindível participação de 27 concessionárias, a saber: CERON, ELETROACRE, ELETRONORTE, CELPA e CER (região Norte); CEAL, COELBA, COELCE, CEMAR, SAELPA, CELPE, COSERN e ENERGIPE (região Nordeste); ESCELSA, CEMIG, LIGHT, CERJ, ELETROPAULO, CESP, CPFL (região Sudeste); COPEL, CEEE, CELESC (região Sul) e CEB, CELG, CEMAT e ENERSUL (região Centro-Oeste) (ELETROBRAS PROCEL, 1988).

Em 1997, outra pesquisa foi coordenada pela ELETROBRAS, no âmbito do PROCEL, desta vez executada pela PUC-Rio, também no segmento residencial, em 15 estados e o Distrito Federal, com a colaboração de 20 concessionárias: CELPA (região Norte); CEAL, CELB, CELPE, COELBA, COELCE, COSERN e SAELPA (região Nordeste); CEMIG, CERJ, CESP, CPFL, ELETROPAULO, ESCELSA e LIGHT (região Sudeste); CEEE e COPEL (região Sul) e CEB, CELG e ENERSUL (região Centro-Oeste). Foram pesquisados 15.870 consumidores, nessa oportunidade (ELETROBRAS PROCEL, 1997).

Em 2005, a pesquisa ocorreu com a mesma coordenação e execução da anterior, porém com um escopo mais amplo, abrangendo os seguintes segmentos de consumo: residencial, comercial/industrial (baixa tensão), comercial/industrial/ serviços (alta tensão) e prédios públicos (alta tensão). Foram contemplados 17 estados e o Distrito Federal, com a participação de 21 empresas: CELPA, CERON e MANAUS ENERGIA (região Norte); CELPE, CEMAR, COELBA, COELCE e COSERN (região Nordeste); AMPLA, CEMIG, CPFL, ELETROPAULO, LIGHT (região Sudeste); CEEE, RGE, COPEL e CELESC (região Sul) e CEB, CELG e CEMAT (região Centro-oeste). Foram aplicados 14.442 questionários nessa pesquisa, representando 92% do mercado consumidor de energia elétrica do Brasil. Só no segmento residencial foram aplicados 9.847 questionários. Essa pesquisa recebeu o título de Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso 2005 - PPH 2005 (ELETROBRAS PROCEL, 2005).

Diversas informações foram levantadas nessas pesquisas. A participação dos equipamentos eletrodomésticos no consumo residencial brasileiro, levantada nas pesquisas de 1988, 1997 e 2005, pode ser observada na Figura 2.4, na Figura 2.5 e na Figura 2.6r:

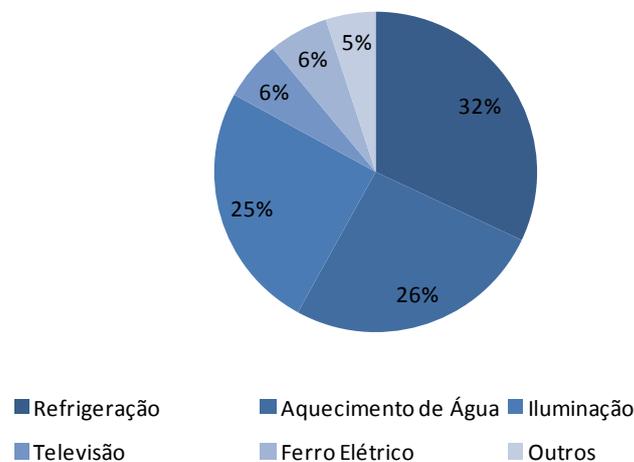


Figura 2.4 - Participação dos equipamentos eletrodomésticos no consumo residencial brasileiro em 1988

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (1988)

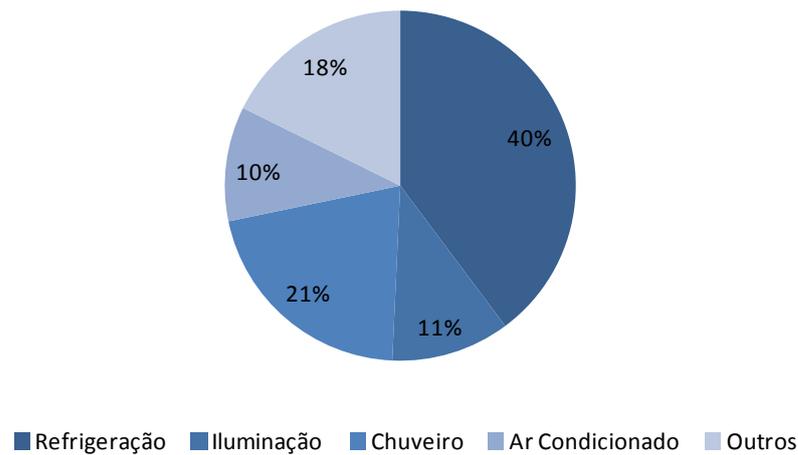


Figura 2.5 - Participação dos equipamentos eletrodomésticos no consumo residencial brasileiro em 1997

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (1997)

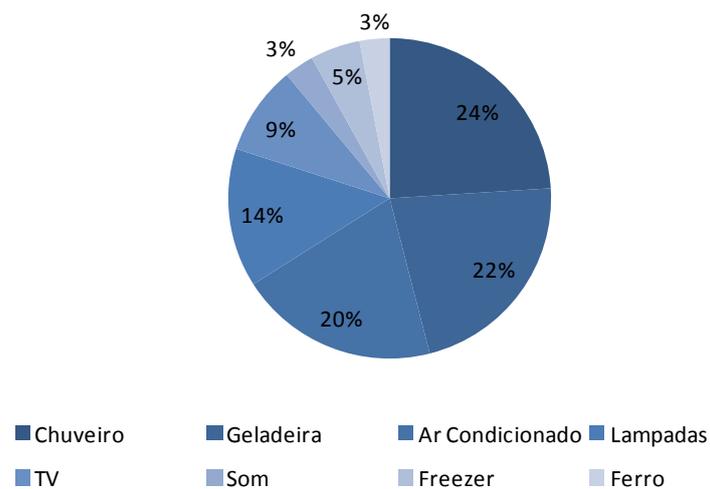


Figura 2.6 - Participação dos equipamentos eletrodomésticos no consumo residencial brasileiro em 2005

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (2007)

Nessas Figuras, nota-se que em 17 anos o chuveiro elétrico e a geladeira se mantiveram como os equipamentos com maior consumo de energia na classe residencial, evidenciando que a busca pela eficiência desses equipamentos, ou a substituição por outras tecnologias, como o aquecimento solar de água, por exemplo, deve ser uma das metas de programas de eficiência energética no país.

Outra informação interessante obtida desses estudos foi a evolução da posse de lâmpadas de uso residencial. A Figura 2.7 mostra a evolução da posse média das lâmpadas

incandescentes, enquanto que a Figura 2.8 das lâmpadas fluorescentes.

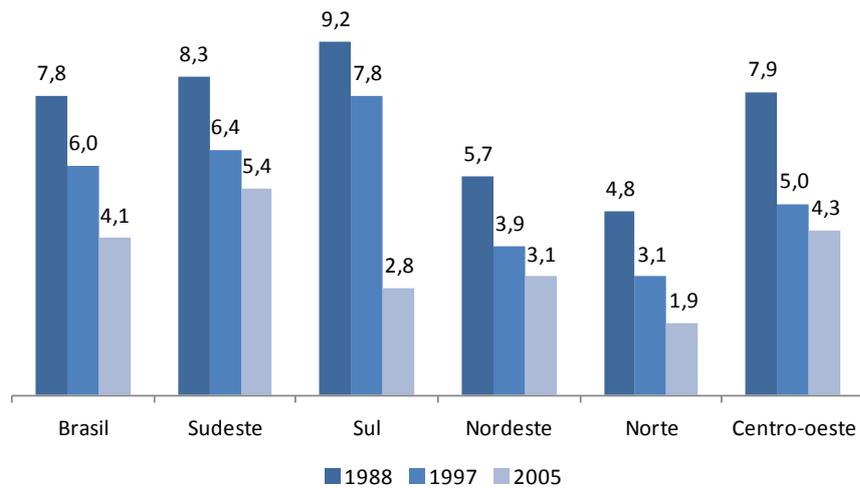


Figura 2.7 - Posse de lâmpadas incandescentes no Brasil e regiões em 1988, 1997 e 2005

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (1988, 1997, 2007)

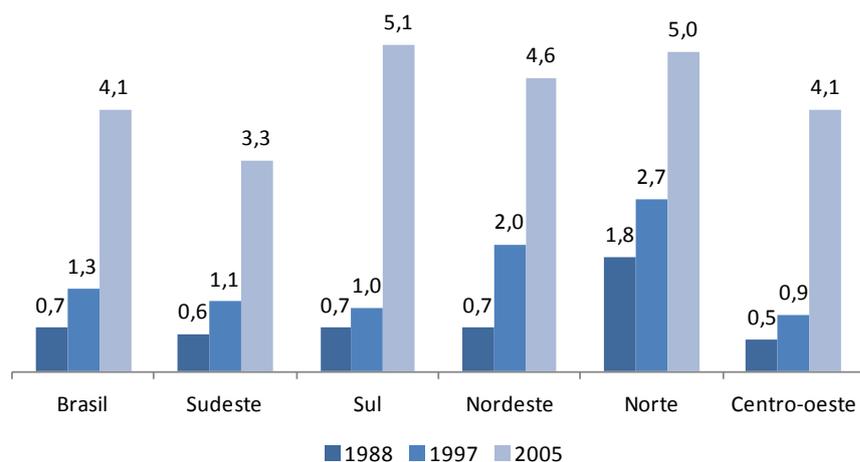


Figura 2.8 - Posse média de lâmpadas fluorescente no Brasil e regiões em 1988, 1997 e 2005

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (1988, 1997, 2007)

A posse média de lâmpadas incandescentes caiu quase 50% em 17 anos, enquanto que das fluorescentes aumentou cinco vezes, indicando que houve uma mudança cultural no país, o que pode ser creditado às campanhas para a substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes, além das lições aprendidas durante o racionamento de energia elétrica em 2001.

Conforme mencionado, a pesquisa da ELETROBRAS PROCEL de 2005 levantou informações sobre outras classes de consumo com resultados interessantes, de acordo com as informações exemplificadas a seguir.

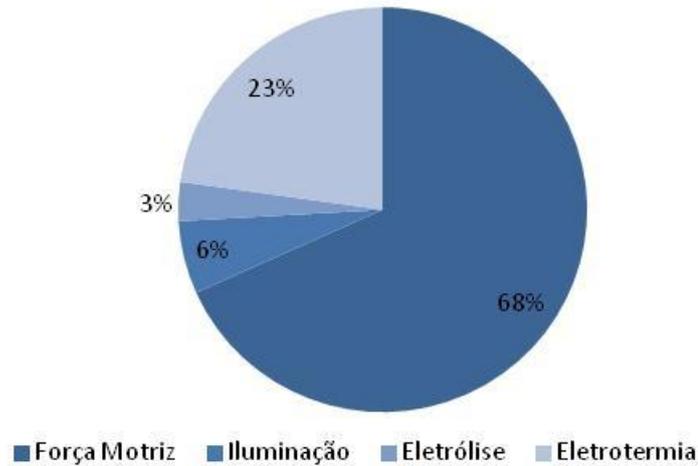


Figura 2.9 - Distribuição do consumo de energia elétrica por uso final na indústria

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (2008b)

Nota-se, na Figura 2.9, que a força motriz tem participação no consumo muito superior aos demais usos finais na indústria. Esse consumo está dividido, principalmente, em bombeamento, ventilação, compressão, refrigeração, movimentação, manuseio e tratamento.

Especificamente para bombeamento, verifica-se, na Figura 2.10, que a média das potências dos motores utilizados no Brasil em 2005 era de 298 cv. Pode-se também perceber, na Figura 2.10, as potências médias de bombeamento em algumas indústrias estudadas na pesquisa.

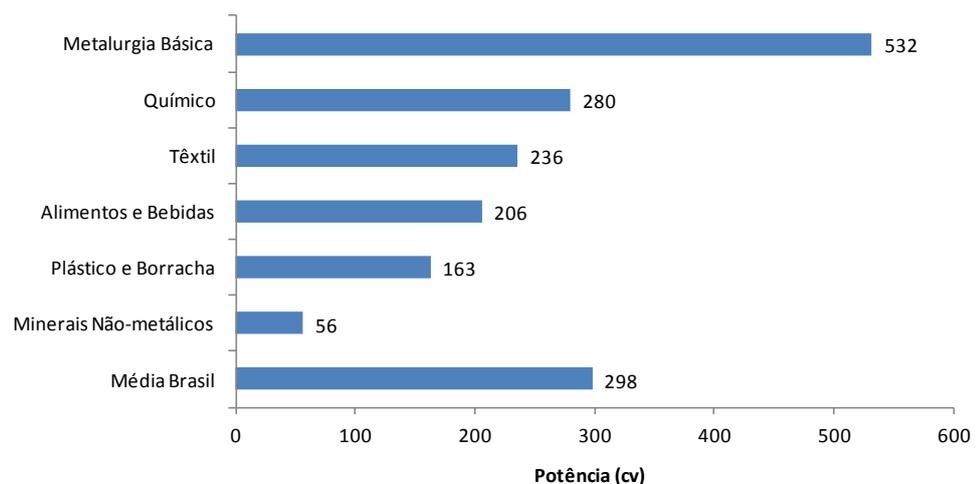


Figura 2.10 - Potência média de sistemas de bombeamento nos setores industriais brasileiros

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (2008b)

Para a classe comercial de consumo, a Figura 2.1 apresenta o percentual de supermercados que possuem sistemas de condicionamento ambiental, por meio de condicionadores de ar ou ventilação.

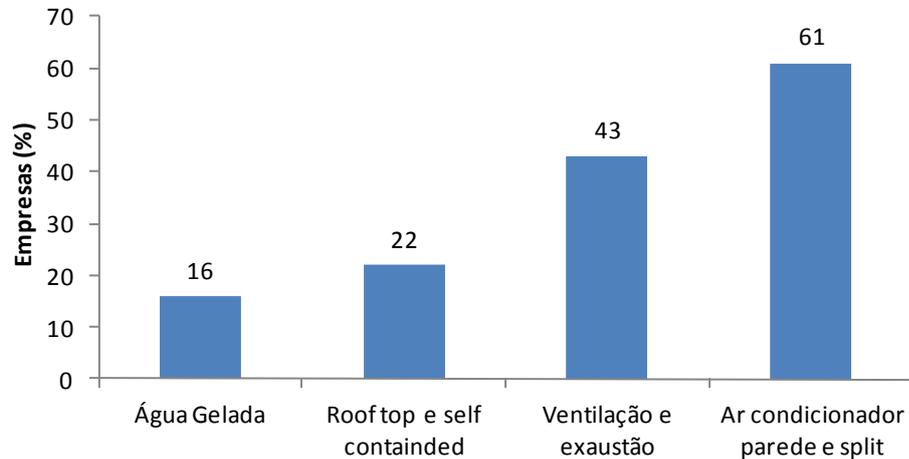


Figura 2.11 - Percentual de supermercados que possuem sistemas de condicionamento ambiental

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (2008a)

Observa-se que os condicionadores de ar de janela ou *split* são os mais utilizados nesse tipo de estabelecimentos comerciais.

### 2.3.2 Pesquisas de posse de equipamentos em propriedades rurais

Algumas pesquisas para se conhecer a posse de eletrodomésticos e equipamentos eletrorurais em propriedades agrícolas do país foram realizadas nos últimos anos e alguns exemplos serão citados a seguir.

A posse de motores elétricos em propriedades rurais paranaenses em 2006 era conforme Tabela 2.3:

Tabela 2.3 - Posse de motores elétricos em propriedade rurais do Estado do Paraná, por potência, em 2006<sup>5</sup>

<b>Potência</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Posse média</b>
0,5 cv	46	0,61
0,75 cv	2	0,03
1,0 cv	44	0,59
1,5 cv	1	0,01
2,0 cv	23	0,31
3,0 cv	21	0,28
5,0 cv	10	0,13
7,5 cv	18	0,24
<b>Total</b>	<b>165</b>	<b>2,20</b>

Fonte: MASSOCHIN (2006) adaptado

Nota-se que a maior posse desses motores nas propriedades rurais daquele estado é de equipamentos até 1,0 cv, indicando que a maioria dos motores são monofásicos. Outra evidência dessa constatação é que 93% das propriedades pesquisadas são atendidas por redes mono ou bifásicas, segundo Massochin (2006).

Outro estudo interessante foi o elaborado pela Unicamp, em 2004, buscando caracterizar o uso de equipamentos elétricos nas unidades de produção agrícola e pecuária do Estado de São Paulo e que são desenvolvidas dentro da área de concessão da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL. Desse estudo, afirma Rossi (2004):

Nota-se que os setores de produção animal e de frutas frescas e flores usam intensamente tecnologias e um número elevado de equipamentos dependentes única e exclusivamente da energia elétrica proveniente da rede convencional e que, em função da potência nominal, demanda e consumo elevados, não poderiam ser supridos por outras fontes de energia, quer renováveis ou não.

Desse estudo também identificou-se que há grande utilização de motores elétricos em propriedades de pecuária leiteira no interior de São Paulo, existindo caso onde há menos de 10 motores até casos com mais de 200 equipamentos. Essa grande variação é devida ao tipo de leite produzido, ou seja, A, B ou C.

O que caracteriza a importância do uso eficiente de energia, principalmente por conta

<sup>5</sup> A base da pesquisa foi 75 propriedades, segundo Massochin (2006).

de as propriedades estarem ligadas à rede elétrica convencional. O uso eficiente de energia pode ser promovido, entre outras ações, por meio de programas que visem ao desenvolvimento tecnológico de equipamentos, conforme os detalhados a seguir.

Por fim, no Trabalho de Santos (2010) se pode consultar a análise realizada sobre as posses de equipamentos e consumos de energia elétrica correspondentes aos hábitos de uso identificados no Projeto da ELETROBRAS em parceria com a Fundação ROGE.

## **2.4 Programas de eficiência energética em equipamentos pelo mundo e no Brasil**

Existem basicamente três tipos de programas de eficiência energética em equipamentos, os quais colaboram com a aceleração no desenvolvimento tecnológico dos produtos, por vezes, ainda, auxiliando os consumidores a adquirirem os mais eficientes. Esses programas são os de definição de níveis mínimos de eficiência energética, muitas vezes chamados de programas de padronização; os programas de classificação em níveis ou classes de eficiência energética, conhecidos, ainda como de etiquetagem; e os programas de endosso, ou de selo de eficiência energética, que orientam os consumidores, no momento da compra, acerca dos equipamentos mais eficientes nas suas categorias.

Segundo Garcia (2003) “programas de padronização são métodos que estabelecem o desempenho energético de um equipamento, podendo proibir a venda dos que estão abaixo de determinado índice”.

Esse programa pode ser concebido de três formas: padrões prescritos, que exigem a instalação de determinado dispositivo ou tecnologia no equipamento foco do programa; padrões de índices mínimos de performance, o qual exigem um índice mínimo de eficiência energética (ou máximo de consumo) sem levar em consideração a tecnologia empregada, sob pena de banimento do mercado; e padrões médios, que estabelecem índices médios de eficiência energética por tipo de produto fabricado, cabendo ao fabricante escolher os modelos e respectivas performances, desde que a média seja atingida. (GARCIA, 2003)

Já os programas de etiquetagem, são divididos em duas principais categorias: os de Comparação e os de Informação. Os programas de comparação permitem ao consumidor comparar o desempenho energético do produto em questão com outros similares, já os de informação, apenas as informações de consumo são apresentadas (GARCIA, 2003).

Por fim, os programas de endosso apresentam ao consumidor, no momento da aquisição, quais os equipamentos mais eficientes disponíveis no mercado. Também segundo Garcia (2003) os selos de endosso “são apenas ‘selos de confirmação’, assegurando a conformidade frente a determinado critério”.

#### **2.4.1 Alguns programas de eficiência energética em equipamentos pelo mundo**

Os choques do petróleo ocorridos a partir dos anos 70 resultaram na mudança do patamar de preços do combustível e evidenciaram a dependência mundial frente aos países produtores, estes que promoveram ao longo das últimas décadas variações significativas nas cotações internacionais do insumo.

Buscando minimizar esses efeitos, iniciativas para promover a eficiência energética e fontes alternativas ou renováveis de energia foram realizadas, visando reduzir a utilização das chamadas fontes fósseis de energia para alavancar o desenvolvimento dos países.

Segundo CLASP, 2005 apud Garcia, 2003,

Os programas de etiquetagem obrigatória foram desenvolvidos paralelamente aos padrões. Em 1976, a França introduziu uma etiquetagem comparativa obrigatória para aparelhos de aquecimento, boilers, aquecedores de água, refrigeradores, máquinas de lavar, televisões e máquinas de lavar louça. Japão, Canadá e EUA logo seguiram esta tendência, com programas para estes e outros produtos. O programa de etiquetagem americano, promulgado em 1975, tornou-se efetivo em 1980 para os principais equipamentos residenciais, com o nome de *EnergyGuide*. Não houve outros programas de etiquetagem obrigatória até que a Austrália adotou o seu em 1987. O programa australiano, como os outros oito maiores que foram criados na década de 1990 em todo o mundo, também cobria os principais equipamentos residenciais.

Para ilustrar o panorama de programas de eficiência energética pelo mundo, foram levantados alguns casos encontrados, que serão apresentados a seguir.

##### *2.4.1.1 Estados Unidos da América*

- Programa *Energy Star* (EUA)

O *Energy Star* é um programa de endosso, conforme definido anteriormente. Conforme Alves (2007) é um

Programa de etiquetagem energética, visando o aumento da penetração nos mercados residencial e comercial de produtos eficientes. Segundo os dados mais recentes à época deste estudo, este programa atinge a mais de 30 categorias de produtos, sendo que já foram comercializados mais de 630 milhões de mercadorias com o selo.

O *Energy Star* possibilita ao consumidor de outros países, além dos Estados Unidos a adquirirem produtos eficientes, como é o caso de monitores de computador, onde o Selo *Energy Star* é amplamente divulgado.

O Selo *Energy Star* pode ser observado na Figura 2.12:



Figura 2.12 - Selo *Energy Star*

Fonte: *ENERGY STAR* (s/d)

- Programa EnergyGuide

O Programa EnergyGuide americano é um programa de etiquetagem, no qual os consumidores podem comparar os equipamentos mais eficientes e decidir qual adquirir.

Segundo Geller (2006)

Em 1975, a Lei de Política Energética e Conservação determinou que a agência nacional de comércio americana (*Federal Trade Commission – FTC*) criasse um programa de etiquetagem de eficiência energética de equipamentos elétricos. O programa criado – *EnergyGuide* – entrou em vigor por volta de 1980, quando os fabricantes foram obrigados a aplicar etiquetas indicativas do consumo de energia de seus produtos. Os equipamentos etiquetados compreendiam condicionadores de ar centrais e de janela, lavadoras de roupa, lavadoras de louça, freezers, fornos, refrigeradores simples e combinados, aquecedores de água, bombas de calor, boilers, reatores e lâmpadas.

A etiqueta do *EnergyGuide* é a apresentada na Figura 2.13:

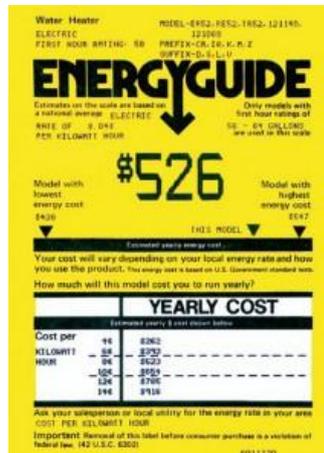


Figura 2.13 - Etiqueta do programa *EnergyGuide*

Fonte: *PRACTICAL ENERGY ALTERNATIVES* (s/d)

#### 2.4.1.2 Canadá

- Programa *Energide*

O *Natural Resources Canada* gerencia o *EnerGuide*, que apresenta versões tanto obrigatórios quanto voluntários. A etiqueta *EnerGuide*, obrigatória, apresenta o consumo de energia do equipamento (em kWh/ano) e como ele se situa entre o consumo mais baixo e o mais alto de produtos similares (GELLER, 2006), conforme visto na Figura 2.14:

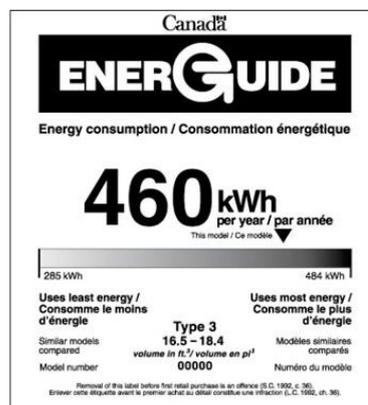


Figura 2.14 - Etiqueta do programa *EnerGuide*

Fonte: *NATURAL RESOURCES CANADA* (s/d)

### 2.4.1.3 México

- *Sello FIDE*

O *Sello FIDE*, Figura 2.15, é um selo de endosso, que, segundo Geller (2006),

Em 1995, o México introduziu o *Sello FIDE*, um selo voluntário de endosso de eficiência energética, dado pelo FIDE (*Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica*). O FIDE é uma associação não-lucrativa cujos membros são granjeados a partir de um conjunto de concessionárias mexicanas, organizações de trabalho e empresas, entre as quais a CONAE (*Comisión Nacional para el Ahorro de Energía*) e a CFE (*Comisión Federal de Electricidad*).



Figura 2.15 - *Sello FIDE*

Fonte: FIDE (s/d)

### 2.4.1.4 União Europeia

Na Europa, diversas diretivas foram traçadas para melhorar a eficiência energética e os impactos ambientais existentes. Observa-se em Europa (2012) que

Reduzir o consumo de energia e precaver o esbanjamento energético são dois dos grandes objetivos da União Europeia (UE). Ao proporcionar a melhoria da eficácia energética, a UE contribui de forma decisiva para a competitividade, a segurança do abastecimento e o respeito dos compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto sobre as alterações climáticas.

Entre as ações desenvolvidas naquele continente, os programas de eficiência energética em equipamentos têm um peso importante, dos quais destacamos o Programa de Etiquetagem. A imagem da etiqueta europeia pode ser vista na Figura 2.16:

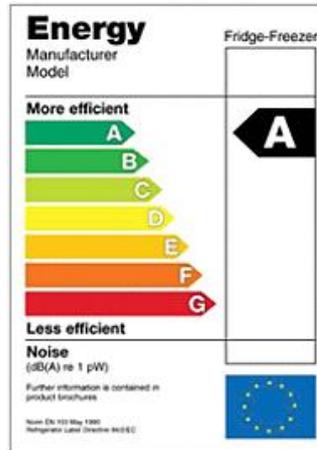


Figura 2.16 - Etiqueta do programa europeu

Fonte: PARLAMENTO EUROPEU (s/d)

A etiqueta europeia é similar à brasileira, conforme será apresentada adiante.

#### 2.4.1.5 Japão

Conforme Alves (2007)

O Japão busca sistematicamente atingir elevados padrões de eficiência energética e conservação de energia como um meio de reduzir sua dependência de fontes externas de energia, trabalhando principalmente com a disseminação de conhecimentos. Seu programa obrigatório de etiquetagem energética é regido pelo Princípio do Melhor Corredor, que obriga os fabricantes de equipamentos etiquetados a periodicamente adotar o melhor desempenho existente no mercado como desempenho médio da produção nacional de uma dada categoria de equipamento consumidor de energia, dentro de prazos preestabelecidos.

Assim, a etiqueta energética japonesa apresenta, entre outros dados, o quanto um dado aparelho ou equipamento está próximo de sua meta de “Melhor Corredor”, conforme indicado na Figura 2.17:

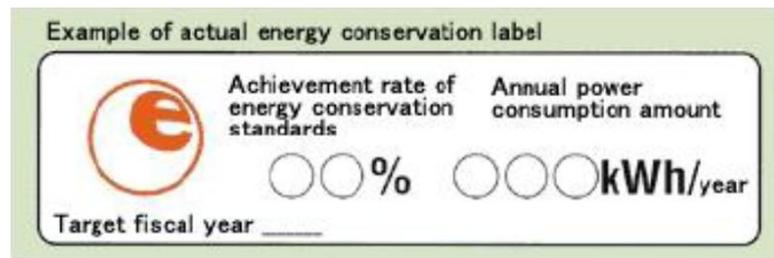


Figura 2.17 - Selo energético japonês

Fonte: Alves (2007)



Figura 2.18 - Exemplo de selo energético japonês para um produto que ainda não atende ao seu respectivo padrão de performance estabelecido pelo "Princípio do Melhor Corredor".

Fonte: Alves (2007)



Figura 2.19 - Exemplo de selo energético japonês para um produto que já ultrapassou seu respectivo padrão de performance estabelecido pelo "Princípio do Melhor Corredor"

Fonte: Alves (2007)

Alves (2007) diz ainda que

Dentro do “Princípio do Melhor Corredor”, ao contrário de outras regulações sobre requisitos obrigatórios de desempenhos em eficiência energética, um fornecedor não precisa obrigatoriamente fazer com que todos os seus produtos atendam individualmente a seus respectivos limites de desempenho, desde as médias de seus desempenhos atendam a estes requisitos dentro de suas respectivas categorias de produtos.

#### *2.4.1.6 Filipinas*

Nas Filipinas existe o Programa Nacional de Eficiência Energética e Conservação de Energia (EC), do Departamento de Energia (DOE) daquele país. O objetivo do Programa Filipino é o incremento da eficiência energética e a conservação de energia elétrica por meio de varias ações, incluindo a etiquetagem e a definição de índices mínimos de eficiência energética (DOE, [s/d]).

Destaca-se nas Filipinas a Sociedade Filipina de Engenheiros Agrônomos (PSAE), uma sociedade de engenheiros agrônomos fundada em 1950 com o objetivo de realizar estudos, avaliação, operação e gestão de máquinas agrícolas e instalações, do solo e conservação da água, gestão de energia para a eletrificação rural, engenharia ambiental e gestão e tarefas relacionadas à engenharia agrônômica (PSAE, s/d).

A PSAE é responsável pela elaboração das Normas Filipinas de Engenharia Agrônômica (PAES). As PAES são estabelecidas para garantir a eficácia de projetos de engenharia agrônômica (PSAE, s/d). Entre as PAES, destacam-se a PAES 218:2004 (PSAE, 2004a) e a PAES 219:2004 (PSAE, 2004b), que discorrem, respectivamente, sobre a especificação de picadoras de forragem e métodos de ensaios em picadoras de forragem, as quais servirão de consulta para a elaboração da proposta desta dissertação.

### **2.4.2 Programas brasileiros de eficiência energética em equipamentos**

No Brasil há três programas principais que visam à eficiência energética em equipamentos consumidores de energia, ambos no âmbito do Governo Federal. Esses programas são o da Lei de Eficiência Energética (Lei 10.295/2001), o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o Selo PROCEL ELETROBRAS de Economia de Energia. Nesta seção, serão apresentadas as principais informações desses programas para os equipamentos que utilizam a energia elétrica.

#### *2.4.2.1 Lei de eficiência energética (Lei 10.295/2001)*

Promulgada a 17 de outubro de 2001, a Lei de Eficiência Energética estabelece as condições para que o poder executivo defina os níveis mínimos de eficiência energética ou máximos de consumo para de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes (BRASIL, 2001b). Segundo Garcia (2003),

A lei, portanto, vale para equipamentos nacionais e importados. Os comerciantes têm até 30 dias para atender à lei (naturalmente, quando os índices de cada tipo de equipamento for divulgado), ou estarão sujeitos a multas de até 100% do preço de venda. Antes da divulgação dos índices, entretanto, deverão ser ouvidas em audiência pública, com divulgação antecipada das propostas, entidades representativas de fabricantes e importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia, projetistas e construtores de edificações, consumidores, instituições de ensino e pesquisa e demais entidades interessadas.

Para regulamentar a lei, definindo-se os níveis de eficiência energética que os equipamentos devem obedecer, foi criado o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE por meio do Decreto 4.059/2001 (BRASIL, 2001a). O CGIEE é constituído pelos ministérios de Minas e Energia (MME), de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), além das agências ANEEL e ANP, um representante da universidade e um cidadão brasileiro, ambos especialistas em energia.

Atualmente estão regulamentados os motores elétricos trifásicos, lâmpadas fluorescentes compactas, refrigeradores e congeladores, fogões e fornos a gás, condicionadores de ar, aquecedores de água e gás, reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor de sódio e metálico (MME, s/d).

#### *2.4.2.2 Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)*

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), de responsabilidade do INMETRO, é um programa de avaliação da conformidade de equipamentos consumidores de energia com foco no desempenho do equipamento, com a finalidade de contribuir para a racionalização do uso da energia no Brasil através da prestação de informações sobre a eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado nacional. Atualmente, estão inseridos no PBE 38 categorias de equipamentos, entre elas, consumidores de energia elétrica, GLP, GNV e automóveis (INMETRO, s/d).

Segundo ELETROBRAS PROCEL (2012),

O programa também contribui para o efetivo cumprimento da Lei 10.295, de 17 de outubro de 2001, conhecida como “Lei de Eficiência Energética”. Com esse embasamento, o PBE passou a fazer exigências relacionadas ao desempenho dos produtos, por meio do estabelecimento de níveis mínimos de eficiência energética pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética - CGIEE, um fórum interministerial criado por essa Lei.

A divulgação das informações sobre o desempenho energético dos equipamentos é feita por meio da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), mostrada na Figura 2.20:

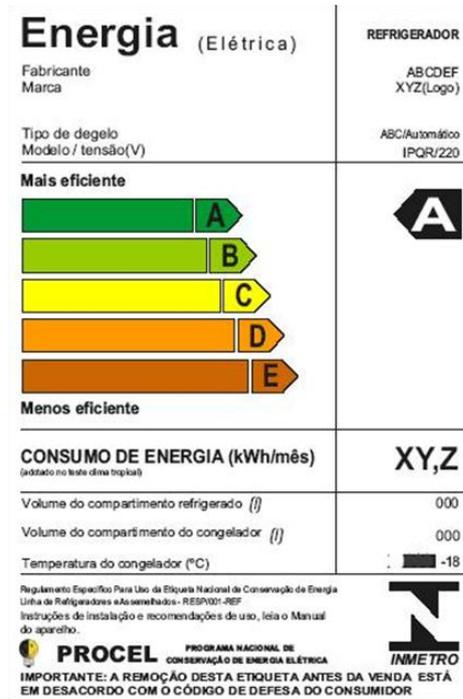


Figura 2.20 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

Fonte: INMETRO (s/d)

Na maioria dos casos a ENCE classifica os equipamentos em faixas coloridas de “A” (mais eficiente) a “E” (menos eficiente), além de fornecer outras informações relevantes, como, por exemplo, a eficiência de lavagem e de uso da água em lavadoras de roupa.

#### 2.4.2.3 Selo PROCEL ELETROBRAS

O Selo PROCEL ELETROBRAS de Economia de Energia (Figura 2.21) foi instituído em 1993 pelo Governo Federal, com a finalidade de ser uma ferramenta simples e eficaz, que permite ao consumidor identificar os equipamentos e eletrodomésticos mais eficientes à disposição no mercado, além de induzir o desenvolvimento e aprimoramento tecnológico de tais produtos. A gestão do programa é realizada pela ELETROBRAS em parceria com o Inmetro, no âmbito do PBE (ELETROBRAS PROCEL, 2012).



Figura 2.21 - Selo PROCEL ELETROBRAS de Economia de Energia

Fonte: ELETROBRAS PROCEL 2012

O Selo PROCEL ELETROBRAS, por ser um instrumento de endosso, auxilia o consumidor a encontrar no mercado os equipamentos mais eficientes. Atualmente fazem parte do portfólio do Selo PROCEL ELETROBRAS 32 categorias de equipamentos, destacando-se alguns já contemplados na Lei de Eficiência Energética, como as lâmpadas fluorescentes compactas, os motores elétricos trifásicos e os refrigeradores, por exemplo (ELETROBRAS PROCEL, 2012).

#### 2.4.3 Efeitos dos programas no mercado consumidor

Os programas de definição de níveis mínimos de eficiência energética, de etiquetagem e de endosso podem alterar de forma significativa o mercado de venda de equipamentos, tanto na melhoria tecnológica, quanto nas vendas de equipamentos mais eficientes (CLASP, 2005).

A Figura 2.22 mostra os impactos esperados após a adoção das medidas de eficiência energética:

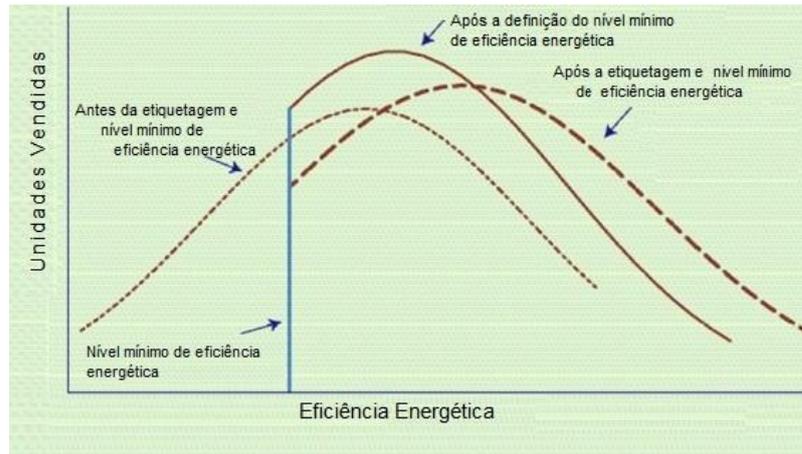


Figura 2.22 - Impacto dos programas de eficiência energética nas vendas de equipamentos

Fonte: CLASP, 2005 (Adaptado)

Para Garcia (2003),

A norma deve cortar a curva no ramo ascendente da distribuição normal unidades vendidas x eficiência para não prejudicar em muito os fabricantes, já que a ideia é retirar somente as unidades menos eficientes do mercado. Assim, os fabricantes atingidos têm que reprojeter os seus equipamentos, deslocando também a curva para a direita; já o processo de conscientização do consumidor, através dos programas de etiquetagem, desloca também a curva para a direita, mais suavemente, mas com muito mais esforço. Isoladamente, a experiência mostra que os programas obrigatórios conseguem melhores resultados, já que o consumidor pode comprar um equipamento ineficiente inadvertidamente.

Uma análise da Figura 2.22, nos mostra que a partir da fixação do nível mínimo de eficiência energética são excluídos do mercado os equipamentos de baixa eficiência, aumentando sensivelmente a compra de equipamentos de eficiências energéticas medianas. Com o início do programa de etiquetagem, aumenta-se a venda de equipamentos mais eficientes, tendo em vista que a partir de então os consumidores são informados, de forma direta, quais produtos são mais econômicos.

O programa de endosso, por sua vez, ajuda a deslocar ainda mais as vendas na direção da melhor eficiência, tendo em vista suggestionarem o consumidor a adquirirem os produtos mais eficientes.

## 2.5 Informações sobre as picadoras de forragem

As picadoras de forragem tem seu uso significativamente difundido no meio rural, tendo em vista, segundo Vilas Boas (2010) que

Tanto para o gado como para o equino e o ovino, é interessante que o material verde seja picado em talos pequenos. Com isso, esses alimentos fibrosos são mais facilmente mastigados, ruminados e digeridos, com melhor aproveitamento pelo aparelho digestivo. Esse procedimento facilita a mistura com outros alimentos, formando produtos mais nutritivos e apetecíveis. Outra vantagem obtida é a diminuição das perdas, pois o material picado, colocado no cocho, evita o pisoteio dos animais, facilitando sua manipulação.

A Figura 2.23, apresenta as principais partes de uma picadora de forragem:



Figura 2.23 - Principais Componentes de uma Picadora de Forragem

Fonte: MATTOS, VILA NOVA E WERDINE (2011)

- (A) Bica de saída: estrutura pela qual o material picado sai da máquina;
- (B) Caixa de facas: local onde se localizam as facas e contrafacas, responsáveis pelo corte da forragem;
- (C) Cavalete: peça que fixa e sustenta a picadora e seu motor;

- (D) Motor elétrico: responsável pela conversão da energia elétrica em energia mecânica utilizada para movimentação das facas, contrafaca e rolos alimentadores;
- (E) Bica de alimentação: peça através da qual a forragem é introduzida na máquina;
- (F) Rolo alimentador: peça responsável pela compactação, controle do tamanho e alimentação das facas com forragem;
- (G) Caixa de transmissão: constituída por polias que permitem ajustar o comprimento do corte da forragem.

Segundo Vilas Boas (2010),

Normalmente os fabricantes de máquinas e equipamentos elétricos fornecem um manual de especificações técnicas e instruções de operação, junto com o produto. No entanto, para alguns equipamentos eletromecânicos, existe uma grande variação da faixa de operação, ficando ao critério do usuário escolher a rotação e a potência do motor a ser acoplado.

Esse fato pode, em muitos casos, possibilitar que o usuário selecione o motor sub ou superdimensionado para os equipamentos, ocorrendo em baixa eficiência energética do conjunto (PEREIRA, S, et alii, 2002) picadora-motor, além de fatores de carga e de potência quando fora dos padrões técnicos.

Além disso, segundo Mattos, Vila Nova e Werdine (2011)

As más condições de manutenção de motores elétricos ligados a picadoras é uma característica predominante nas propriedades avaliadas. O excesso de detritos nas carcaças e entupimento de entradas de ar é um dos principais problemas, acarretando aquecimento excessivo do equipamento. Motores antigos, superdimensionados, com alinhamento e lubrificação deficientes, somados a ligações elétricas em más condições, completam os problemas identificados, referentes a esse tipo de equipamento.

O trabalho de Vilas Boas (2010) apresenta um estudo sobre a afiação das facas em relação ao desempenho energético das picadoras. A Figura 2.24 apresenta detalhes das facas e dos rolos alimentadores.

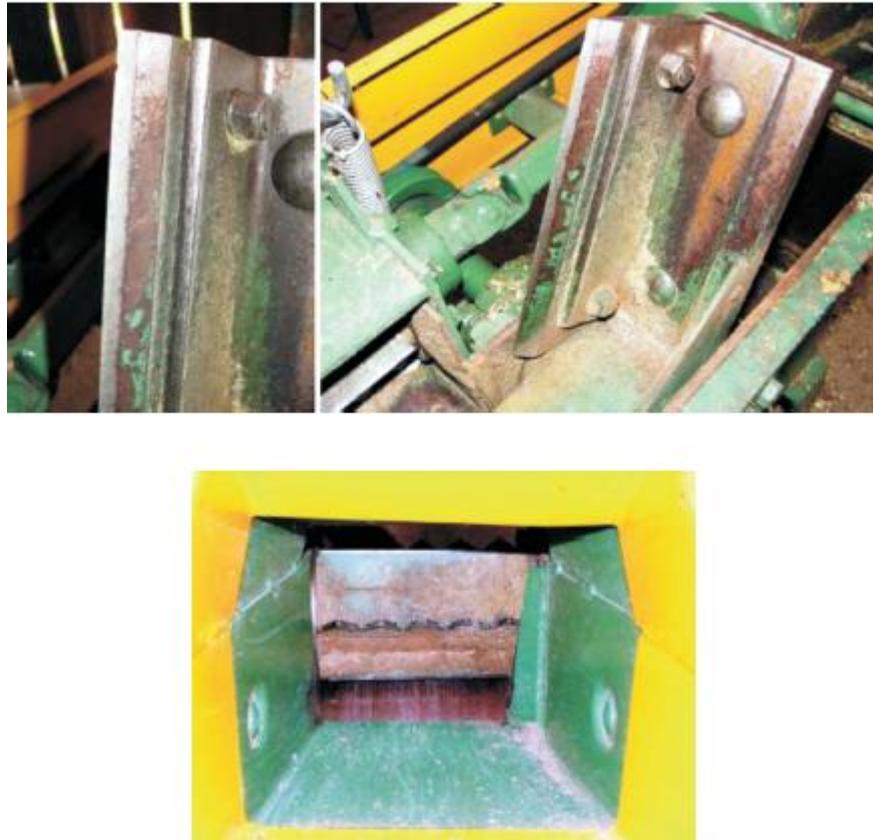


Figura 2.24 - Detalhes das facas (Figuras à esquerda e centro) e rolos alimentadores (à direita)

Fonte: MATTOS, VILA NOVA E WERDINE (2011)

Também encontramos um estudo de Souza (2005) sobre o processamento de capim-elefante considerando a capacidade de produção, demanda de potência, consumo específico de energia e nível de ruído de picadoras tipo desintegrador picador moedor (DPM).

### 3. MÉTODO DESENVOLVIDO PARA SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO E ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DE PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Nessa seção, será apresentada o método utilizado para o desenvolvimento do estudo, incluindo o método e o equacionamento para calcular os índices de posse e a avaliação do consumo de energia elétrica do equipamento selecionado. Serão ainda elaborados os fluxogramas dos processos para seleção do equipamento foco da proposta de eficiência energética. Esses processos foram executados tanto para os equipamentos de uso residencial como de uso rural, conforme se verá no Capítulo 4.

#### 3.1 Fluxograma do método desenvolvido

A Figura 3.1 apresenta o fluxograma das etapas para se chegar ao objetivo proposto neste Trabalho, ou seja, a proposta de programa de eficiência energética em equipamento em uso no meio rural brasileiro:

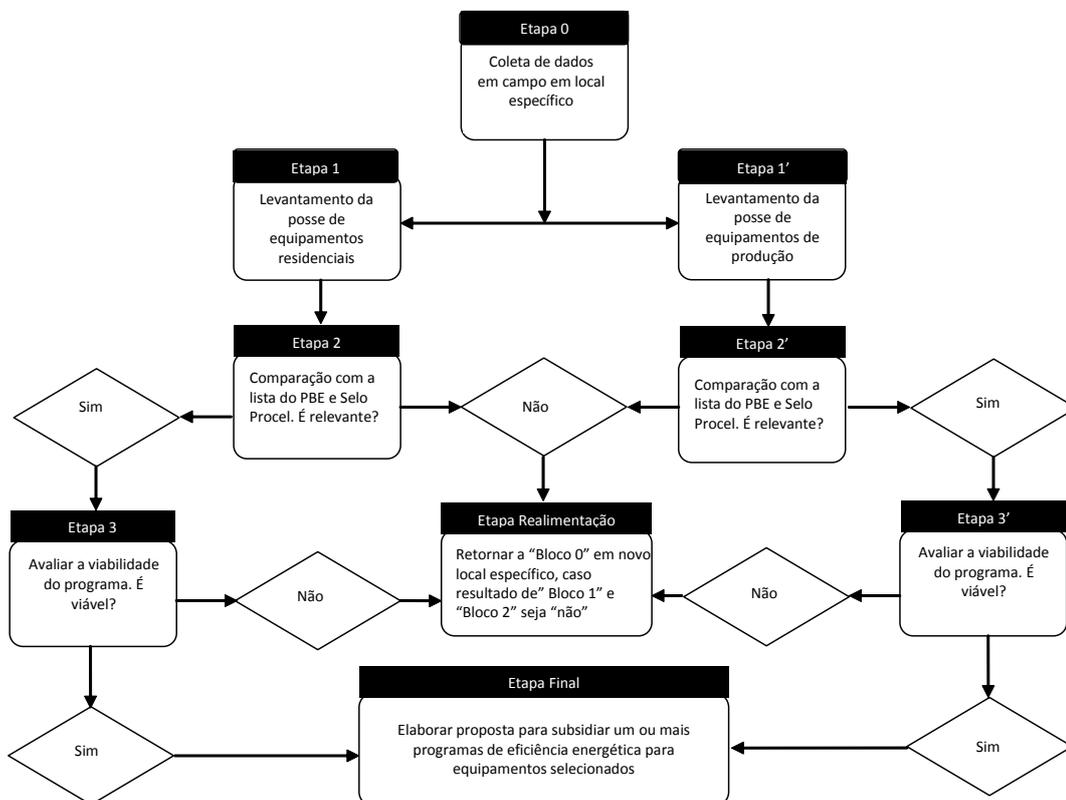


Figura 3.1 - Fluxograma do método elaborado para desenvolvimento do Trabalho

Cumprido ressaltar, que os equipamentos ditos de uso residencial neste Trabalho, são aqueles comumente utilizados nas residências brasileiras, mas que foram encontrados nas propriedades rurais estudadas. Esses equipamentos foram identificados tanto nas moradias existentes nas propriedades, quanto em locais específicos do meio rural, como currais, laticínios, galpões etc.

A Tabela 3.1, apresenta os resultados possíveis do fluxograma:

Tabela 3.1 - Resultados possíveis do fluxograma do método

Sequência Residencial	Sequência Rural	Apresentar proposta para
Sim	Sim	Residencial e Rural
Sim	Não	Residencial
Não	Sim	Rural
Não	Não	Voltar para Etapa 0

A seguir, serão apresentados os detalhes de cada etapa do fluxograma do processo.

### **3.2 Etapa 0: coleta de dados em campo em local específico**

Nesta Etapa, se deve selecionar o local para realização do estudo, definir a amostra de propriedades a serem investigadas e coletados os dados de campo para posterior análise.

#### **3.2.1 Seleção do local para estudo**

O local a ser realizado o estudo deve apresentar características que indiquem que os resultados obtidos possam apresentar algum indicativo em âmbito nacional. Um forte indício é a região estar entre as maiores produtoras em âmbito nacional, tendo em vista as suas finalidades, como, por exemplo, a avicultura de postura e a pecuária leiteira, ambas focos deste Trabalho.

#### **3.2.2 Definição da amostra de propriedades**

A amostragem se baseou nos estudos estatísticos realizados no projeto da Eletrobras com a Fundação ROGE, que adotou um nível de confiança de 5%, com erros amostrais de mesma ordem (ELETROBRAS PROCEL e FUNDAÇÃO ROGE, 2011). Os estudos

estabeleceram que a amostra de propriedades rurais deve conter no mínimo 5% das propriedades identificadas previamente a partir do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2006).

As propriedades a serem investigadas devem ser sorteadas aleatoriamente, minimizando a influência do pesquisador na amostra selecionada.

### 3.2.3 Coleta e compilação dos dados

A coleta de dados para caracterização das propriedades rurais deve ser realizada por meio da aplicação de questionário de pesquisa<sup>6</sup> elaborado para tal fim, contendo, no mínimo, perguntas que busquem caracterizar as propriedades quanto a sua identificação, no que diz respeito ao nome do estabelecimento, ao proprietário, localização, atividade fim, ente outros; perguntas sobre a produção animal e vegetal; sobre o fornecimento e consumo de energia elétrica; equipamentos consumidores de energia de uso residencial e rural.

A partir desses dados são gerados os índices de posse de equipamentos no meio rural nos municípios estudados e estimado consumo de energia elétrica do equipamento selecionado.

## 3.3 Etapas 1 e 1': levantamento da posse de equipamentos

A posse de equipamentos será determinada por meio da média aritmética. Será levantada a quantidade de equipamentos existentes nas propriedades e calculada a relação dessa quantidade com o número de propriedades estudadas, conforme a Equação 3.1.

$$p_e = \frac{N_e}{N_p} \quad (3.1)$$

Onde:

$p_e$  é a posse média de determinado equipamento por propriedade;

$N_e$  é o número de equipamentos encontrados nas propriedades estudadas; e

$N_p$  é o número de propriedades estudadas.

---

<sup>6</sup> O questionário utilizado na pesquisa se encontra no Anexo A deste Trabalho.

Tendo em vista que em uma propriedade pode haver mais de um equipamento do mesmo tipo, também será calculado o percentual de propriedades que apresentam um determinado equipamento. Essa informação servirá para avaliar a concentração de certos equipamentos em um número pequeno de propriedades, quando for o caso. A Equação 3.2 ilustra a forma de realizar esse cálculo.

$$propr_e = \frac{N_{pe}}{N_p} \cdot 100 (\%) \quad (3.2)$$

Onde:

$propr_e$  é o percentual de propriedades que possuem o equipamento investigado;

$N_{pe}$  é o número de propriedades com o equipamento investigado.

### **3.4 Etapas 2 e 2': avaliação da relevância do programa de eficiência energética**

Para avaliar a relevância de apresentar uma proposta de programa de eficiência energética para um equipamento em uso no meio rural, serão comparadas as listas de posse de equipamentos (residencial e rural) levantada na etapa anterior, ordenada da maior para a menor posse, com as listas de equipamentos contemplados pelo PBE (INMETRO, s/d) ou pelo Selo PROCEL ELETROBRAS (ELETROBRAS PROCEL, 2012). Caso algum dos equipamentos entre os de maior posse<sup>7</sup> ainda não esteja contemplado em uma das listas, entende-se como relevante continuar os estudos, partindo, então, para a avaliação da viabilidade, conforme descrito na sequência.

### **3.5 Etapas 3 e 3': avaliação da viabilidade do programa de eficiência energética**

Para que um programa de eficiência energética em equipamentos seja considerado viável do ponto de vista tecnológico neste Trabalho, o consumo de energia elétrica anual devida ao uso desse equipamento deve ser compatível com o observado em outros

---

<sup>7</sup> É definida neste Trabalho uma posse alta, como a presença em pelo menos metade dos locais visitados, ou seja, o benefício alcançar no mínimo metade dos interessados, tendo em vista que outros equipamentos, de maior posse, podem ser contemplados, beneficiando uma boa parte dos usuários do equipamento.

equipamentos contemplados em programas de eficiência energética no Brasil. O programa deve proporcionar tanto benefícios aos consumidores finais, quanto ao sistema elétrico nacional. A ordem de avaliação será do equipamento de maior para o de menor posse, sendo que o primeiro que se mostrar viável será o selecionado.

Lançando mão das potências verificadas dos equipamentos e das quantidades de horas de uso declaradas pelos entrevistados é possível calcular o consumo de energia elétrica do equipamento pré-selecionado, por meio da Equação (3.3):

$$C_i = P_{ei} \cdot h \quad (3.3)$$

Sendo:

$C_i$  o consumo de cada equipamento estudado, referente à quantidade de horas declaradas;

$P_{ei}$  a potência verificada de cada equipamento, ajustada pelo hábito de uso verificado; e  $h$  a quantidade de horas de uso declaradas.

O consumo médio calculado do equipamento será apresentado utilizando diagramas de caixa, ou *box plot* no termo em inglês. Segundo Hoaglin et alii., (1992)

O *box plot* é uma excelente ferramenta, pois permitir visualizar a locação, a dispersão, a simetria, as barreiras de *outliers*<sup>8</sup> e os *outliers*, independentemente da forma da distribuição de um conjunto de dados. Além disto, o *box plot* é construído com base na mediana e nos quartos associados à coleção de dados, o que o torna resistente a valores perturbadores dentro das barreiras de *outliers* e, conseqüentemente, atraente em análise exploratória de dados.

Analisando-se os *box plots*, se podem descartar os valores discrepantes ou *outliers*, caso haja em algum dos casos apreciados. Para construir o gráfico, desenha-se uma "caixa" com o nível superior dado pelo terceiro quartil (Q3) e o nível inferior pelo primeiro quartil (Q1). A mediana (Q2) é representada por um traço no interior da caixa e segmentos de reta são colocados da caixa até os valores máximo e mínimo, que não sejam observações discrepantes. Os critérios para decidir se uma observação é discrepante serão os valores maiores do que  $Q3 + 1.5 \times (Q3-Q1)$  ou menores do que  $Q1 - 1.5 \times (Q3-Q1)$  (CONCEIÇÃO at. alii, [s/d]). Os valores discrepantes são destacados com asterisco. A Figura 3.2 mostra a representação de um *box plot*.

---

<sup>8</sup> *Outliers* são valores extremos, incomuns quando comparados com os demais valores da amostra de dados.

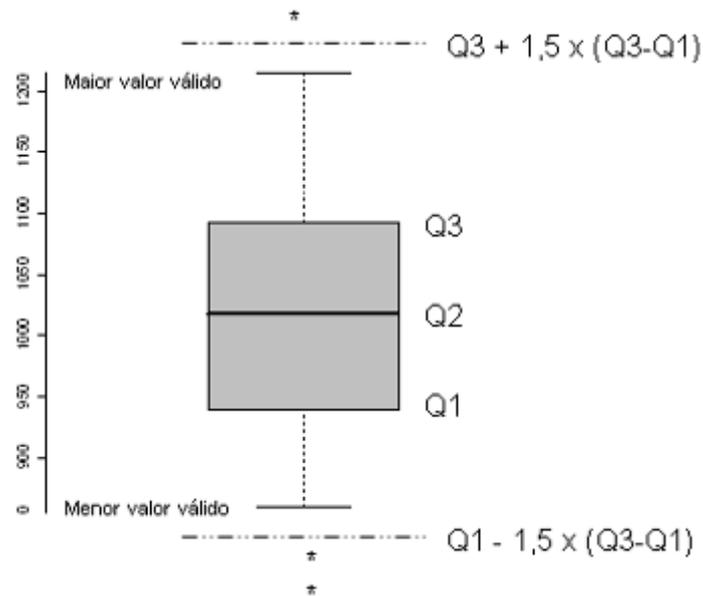


Figura 3.2 - Exemplo de *box plot*

A partir dos consumos individuais, se podem calcular os consumos médios dos equipamentos com a Equação 4:

$$C_{med} = \frac{\sum_{i=1}^{N_e} C_i}{N_i} \quad (3.4)$$

Com a posse média e o consumo médio dos equipamentos, além do número total de propriedades rurais existentes na região estudada é possível estimar o consumo de cada um dos equipamentos estudados, lançando-se da Equação 5:

$$C_e = C_{med} \cdot p_e \cdot N_{pt} \quad (3.5)$$

Sendo

$C_e$  o consumo estimado de cada tipo de equipamento;

$p_e$  posse média do equipamento na região; e

$N_{pt}$  a quantidade total de propriedades na região estudada.

Além do consumo de energia elétrica, serão também avaliados os fatores de carga e de potência medidos em campo, assim como possíveis benefícios sociais que um programa de eficiência energética em equipamentos pode proporcionar para o meio rural do país. Caso tais fatores estejam em desacordo com os padrões e recomendações técnicas, e haja a

possibilidade de melhoria, entende-se como questões que auxiliam de forma positiva o processo de tomada de decisão para a adoção de um programa de eficiência energética do equipamento proposto.

### 3.6 Etapa realimentação

Esta Etapa encaminha o processo ao início, caso tenha-se respostas negativas tanto na sequência relacionada aos equipamentos de uso residencial quanto para os de uso rural. Caso o processo se reinicie, deve-se optar por outro subsetor rural e uma região de estudo, que represente minimamente o subsetor escolhido.

### 3.7 Etapa final: proposta de programa de eficiência energética

A proposta de programa de eficiência energética a ser apresentada será baseada nos passos sugeridos pela CLASP (2005), conforme sintetizados na Figura 3.3:

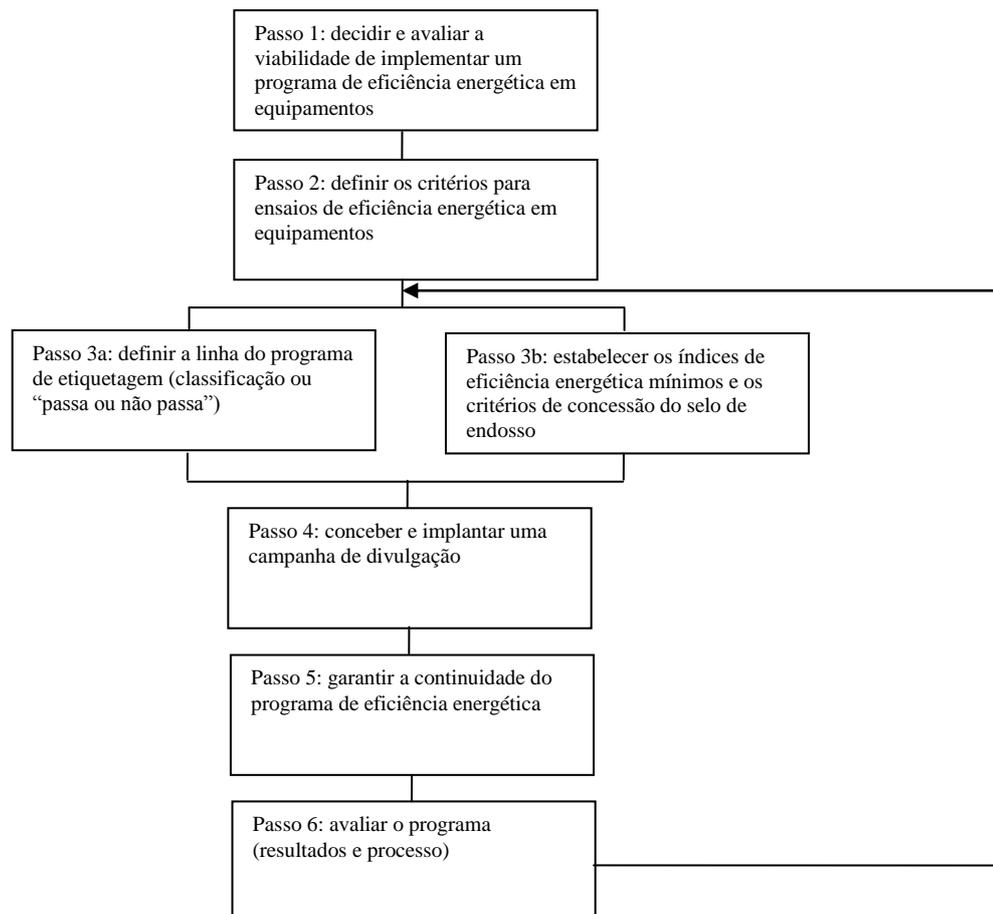


Figura 3.3 - Passos para implantação de programas de eficiência energética em equipamentos

Fonte: CLASP (2005) adaptado

Nota-se que o Passo 1 do fluxograma acima é cumprido com a aplicação do método elaborado para seleção do equipamento. Após a seleção do equipamento, os critérios de ensaio serão definidos com base em PSAE (2004a e 2004 b), além no PBE (INMETRO, [s/d]) e no Relatório de Resultados do PROCEL 2012: ano base 2011 (ELETROBRAS PROCEL, 2012), atendendo, assim, ao Passo 2.

No que se refere ao Passo 3, serão propostos os meios para se interpretar os resultados dos ensaios a serem realizados em trabalhos futuros, para que se possa definir a linha do programa de etiquetagem, os níveis de eficiência energética e os critérios para o selo de endosso, ambos com base, também, na “Lei de Eficiência Energética” (BRASIL, 2001b), PBE e Relatório de Resultados do PROCEL 2012: ano base 2011. Cabe lembrar que neste Trabalho não foram realizados os ensaios, apenas sugeridos modos de execução e interpretação dos resultados.

Já os Passos 4, 5 e 6 não serão contemplados na proposta, pois entende-se que devem ser planejados após a implantação do programa de eficiência energética sugerido.

## **4. APLICAÇÃO DO MÉTODO PARA SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO OBJETO DA PROPOSTA**

Nesta seção será aplicado o método elaborado para seleção do equipamento, o qual será alvo da proposta de programa de eficiência energética, objetivo deste Trabalho.

Para tanto, serão executadas as ações sugeridas nas Etapas 0 a 3 do método, que se resumem em definir a região de estudo e da amostra de propriedades, o levantamento da posse de equipamentos de uso residencial e rural, assim como um estudo energético sobre o equipamento selecionado, além de levantadas alguns possíveis benefícios sociais com a implantação do programa de eficiência energética proposto.

### **4.1 Etapa 0: coleta de dados em campo em local específico**

A coleta dos dados e a aplicação dos questionários foram realizadas por uma equipe treinada pelas instituições integrantes do projeto da ELETROBRAS, sendo que a seleção do local e o desenvolvimento dos trabalhos estão descritos na sequência.

#### **4.1.1 Definição e caracterização do local de estudo**

Conforme mencionado anteriormente, o Trabalho baseou em um projeto da ELETROBRAS, o qual foi executado no Sul do Estado de Minas Gerais, pois é uma região de importância nacional na pecuária leiteira e avicultura de postura, além de ser de fácil acesso aos executores do Projeto, no caso a Fundação ROGE, com apoio da UNIFEI.

A região das Terras Altas da Mantiqueira é uma das mais altas do Brasil, desenhada por altas montanhas, picos e vales. A vegetação predominante é Mata Atlântica, que se estende por toda área e abriga uma abundante fauna.

A região, situada na Serra da Mantiqueira, entre São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, apresenta uma enorme quantidade de nascentes, cachoeiras e riachos, característica que deu nome ao local, pois em Tupi Mantiqueira significa "Montanha que Chora". Com uma altitude média entre 1.200 a 2.800 metros, as Terras Altas têm uma população residente estimada em 72.174 habitantes, que vivem em uma área aproximada de 2.200 km<sup>2</sup>.

As atividades econômicas predominantes na região são, respectivamente: o setor de serviços (incluindo hospedagem e ecoturismo), a agropecuária (principalmente pecuária



montanhas.

#### *4.1.1.2 Itamonte*

Itamonte está localizada em uma região situada entre a Área de Proteção Ambiental (APA) da Mantiqueira, o Parque Estadual do Papagaio e ao Parque Nacional de Itatiaia. A cidade apresenta uma das mais lindas paisagens de Minas Gerais e um dos maiores potenciais ecoturísticos do país.

Itamonte tem sua população de 13 mil habitantes e uma área é de 431 km<sup>2</sup>, onde se encontram regiões com altitude de 800 m a 2.700 m. A economia da cidade se baseia principalmente na agricultura, apicultura, indústrias de laticínios, comércio e transportes.

#### *4.1.1.3 Itanhandu*

Situada bem ao sul do Estado de Minas Gerais, a uma altitude que varia de 890 a 2.665 m, a cidade recebe as águas que fluem pelas escarpas da Mantiqueira. Os principais rios (Verde, Itanhandu, Posses e Vermelho) formam muitas cachoeiras e corredeiras, sendo um grande atrativo turístico da região.

Os 14 mil habitantes do município vivem principalmente da agropecuária, turismo, indústria e serviços. Itanhandu é um dos principais polos de produção de ovos do Brasil.

#### *4.1.1.4 Marmelópolis*

Até o início do século XIX a região onde hoje se localiza a cidade de Marmelópolis era habitada pela tribo dos índios Timbiras. Esses índios desapareceram com a chegada dos primeiros colonizadores

Em 1914 as primeiras mudas de marmelo foram levadas à região, pelos fazendeiros descendentes de primeiros colonizadores da região. O marmelo, originário da Pérsia, foi trazido para o Brasil em 1532 por Martim Afonso de Souza. Devido ao solo e clima da região, os marmeleiros adaptaram-se facilmente e em 1935 a agricultura do marmelo já era extensa e a primeira fábrica começou a ser instalada para transformar a fruta em “massa”, transportada para outras cidades para a produção de doce.

Atualmente a produção da fruta é mínima e vendida a preço irrisório. Das fábricas que existiram, algumas foram demolidas, outras desabaram com o tempo.

A maioria dos agricultores aderiu à plantação de tomate, batata e outros produtos. Marmelópolis está iniciando-se no campo de turismo, graças às belas paisagens naturais existentes: magníficas cachoeiras e trilhas ecológicas.

#### *4.1.1.5 Passa Quatro*

Elevado à cidade em 1888, já início do século XX, a cidade, cuja influência portuguesa é bem marcante, foi agraciada também por famílias de imigrantes italianos e franceses que muito contribuíram para o seu desenvolvimento, deixando marcas positivas e até hoje percebidas na arquitetura, na cultura e nos hábitos da cidade.

Declarada estância hidromineral em 1941, Passa Quatro tem fontes de água espalhadas nas praças da cidade e diversas fontes de água mineral por seu território. Com uma população de 15 mil habitantes, possui área territorial de 277 km<sup>2</sup> e uma altitude que varia de 970 m a 2770.

#### *4.1.1.6 Pouso Alto*

Em 1874, Pouso Alto emancipado do Município de Baependi, é um dos maiores do Sul de Minas em extensão territorial, com 261 km<sup>2</sup>, tem hoje 6 mil habitantes. Sua altitude chega a mais de 2 mil metros.

As atividades principais são a pecuária e a lavoura, seguidas de produção de laticínios, assim como produtos de alimentação e doces caseiros. Outras tradições seculares São: bordado, tricô, crochê, fabricação artesanal de cestos e bolsas de palha e de taquara.

#### *4.1.1.7 São Sebastião do Rio Verde*

O núcleo que deu origem a São Sebastião do Rio Verde foi formado nas proximidades da antiga estação da Rede Mineira de Viação e se desenvolveu a partir da construção da capela, em 1891.

O distrito foi criado em 1953, com sede no povoado denominado Estação de Pouso Alto. Nove anos depois, São Sebastião do Rio Verde emancipa-se, com seu território desmembrado de Pouso Alto.

O município apresenta como atrativo natural o rio Verde, situado na Área urbana, propicia a prática de atividades como a canoagem e pescaria, possuindo, também, pequenas

praias que possibilitam a natação.

#### *4.1.1.8 Virgínia*

De acordo com a tradição, os primeiros desbravadores da região em que surgiu a cidade teriam sido portugueses interessados na descoberta de ouros e de pedras preciosas. Só encontraram, no entanto o solo fértil no qual resolveram fixar-se, dedicando-se à agricultura.

Ao iniciar-se a segunda metade do século XIX, já havia com efeito estabelecimentos agrícolas próximos à localidade. E foi mais ou menos nessa época que aí chegou, com destino a Cristina, o Padre Custódio de Oliveira Monte Raso, natural de São João Del Rei, o qual, impressionado com a beleza topográfica e a suavidade de clima, manifestou o desejo de que em um sítio assim tão aprazível se erguesse uma capela à Nossa senhora da Conceição.

A ideia foi bem acolhida pelos moradores existentes e dentre eles, Diogo José Labat Uchôas e Francisco Ribeiro Pires doaram um terreno de cinco alqueires no qual o Padre Custódio deu início à construção da capela, estabelecendo desde logo o conveniente traçado para o arruamento do povoado, o qual foi dado o nome de Virgínea, em homenagem à padroeira.

Com o correr do tempo modificou-se a grafia desse nome para Virginia, tal como passou a figurar nos quadros da divisão territorial. Criado o distrito, pela Lei provincial nº 1.036, de 05 de novembro de 1866, pertencente ao município de Cristina, foi várias vezes e alternadamente transferido deste para o município de Pouso Alto, até que, pela Lei nº 556, de 30 de Agosto de 1911, conquistou a autonomia municipal.

## **4.2 Etapas 1 e 1': levantamento das posses de equipamentos**

Primeiro serão apresentadas as informações sobre a posse de equipamentos de uso residencial e, posteriormente, apresentadas as posses dos equipamentos eletrorrurais. Cabe mencionar que as informações sobre a região estudada (os oito municípios) têm validade estatística, conforme dimensionamento da amostra realizado na Projeto da Eletrobras com a Fundação ROGE, porém também serão apresentadas as informações para cada município para ter ideia dos levantamentos realizados. Estas informações serão chamadas de quantidades relativas, ou seja, a quantidade observada sobre o número de propriedades rurais em cada município.

#### 4.2.1 Estudo para equipamentos residenciais no meio rural

Serão apresentadas as quantidades relativas dos equipamentos observados em campo para cada município estudado, bem como a posse para a região focada. Serão construídos gráficos para explicitar as informações referentes aos equipamentos cujas posses médias foram superiores a 0,50 por propriedade rural. Ao final, será apresentada uma tabela com todas as informações sobre posse de equipamentos de uso residencial para todos os equipamentos estudados.

Conforme mencionado anteriormente, serão identificadas as concentrações de equipamentos por propriedades, por meio da verificação do percentual de propriedades que o possui.

A posse média de chuveiros elétricos é mostrada na Figura 4.2.

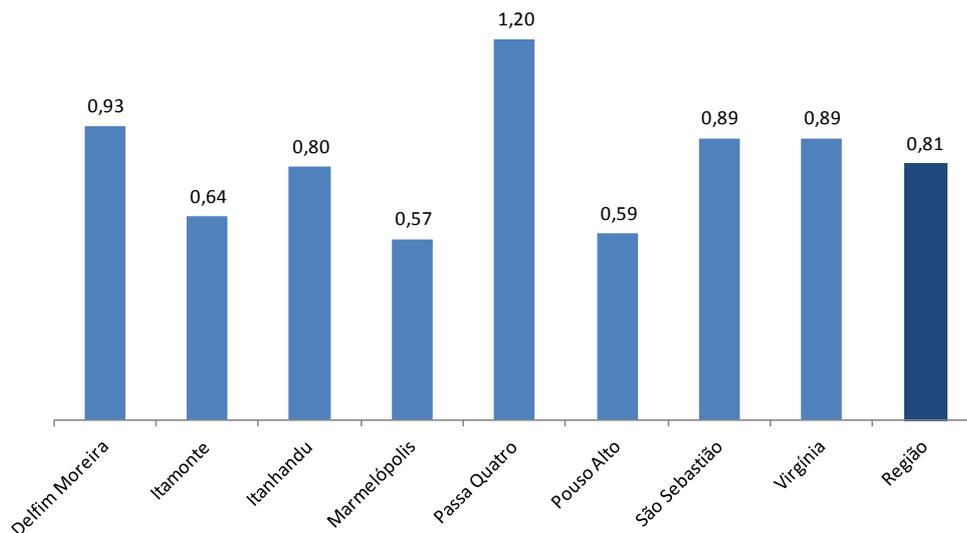


Figura 4.2 - Posse média de chuveiros elétricos nas Terras Altas da Mantiqueira

Para esse equipamento, o qual a posse média é 0,81 aparelhos por residência, a quantidade de propriedades rurais nas quais há chuveiro elétrico é 73%, o que mostra que existem poucas propriedades com mais de um aparelho, porém em Passa Quatro identificou-se que algumas propriedades apresentaram mais de um chuveiro por propriedade, como se verifica na posse média de 1,2 chuveiros por propriedade rural.

A Figura 4.3 apresenta a posse média de refrigeradores de uma porta.

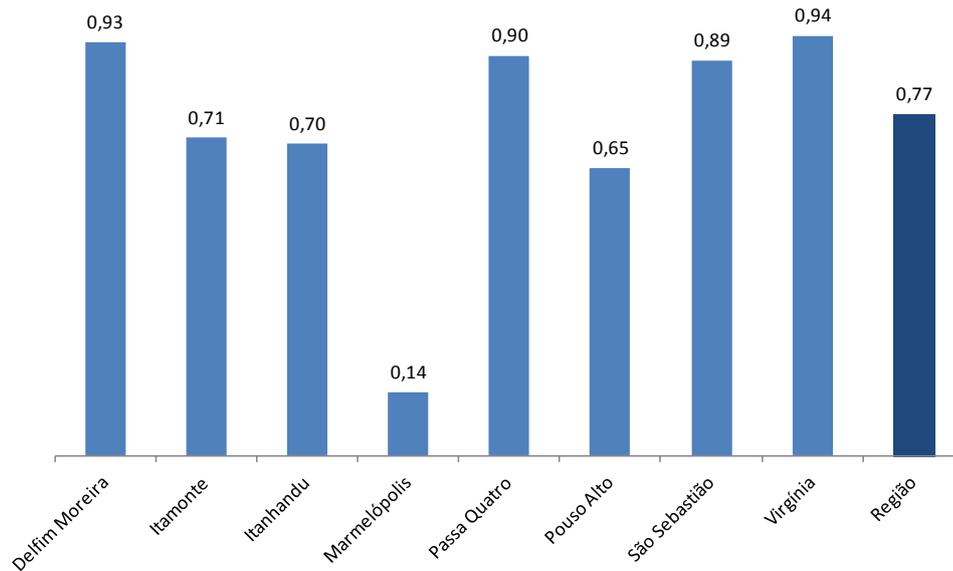


Figura 4.3 - Posse média de refrigeradores de uma porta nas Terras Altas da Mantiqueira

Verifica-se que há certa disparidade entre as quantidades relativas de refrigeradores de uma porta nos municípios. Essas quantidades relativas observadas contribuíram para a posse média na região ter sido de 0,77 refrigeradores de uma porta por propriedade rural, no entanto 71% das propriedades possuíam o equipamento, novamente mostrando haver concentração de mais de um em alguma propriedade rural.

A posse média de lavadoras de roupas está representada na Figura 4.4 .

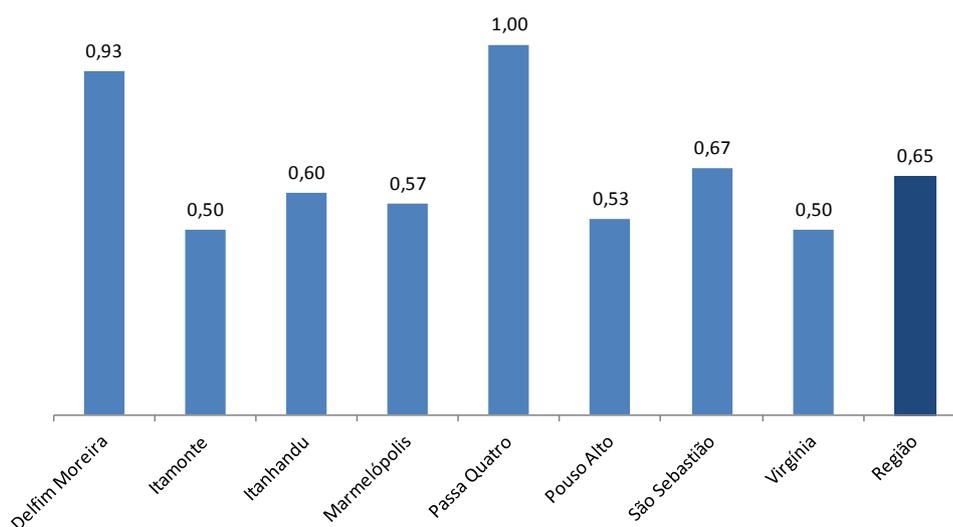


Figura 4.4 - Posse média de máquinas de lavar de roupas nas Terras Altas da Mantiqueira

As quantidades relativas de máquinas de lavar roupas nas propriedades rurais apresentam discrepâncias entre os municípios, sendo o valor mínimo de 0,50 máquinas por propriedade em Itamonte, chegando a 1,00 em Passa Quatro, sendo que a posse média na região é de 0,65 máquinas por propriedade. Ressalta-se que 63% delas possuem tal eletrodoméstico.

A Figura 4.5 explicita a posse média de aparelhos de televisão levantada na região.

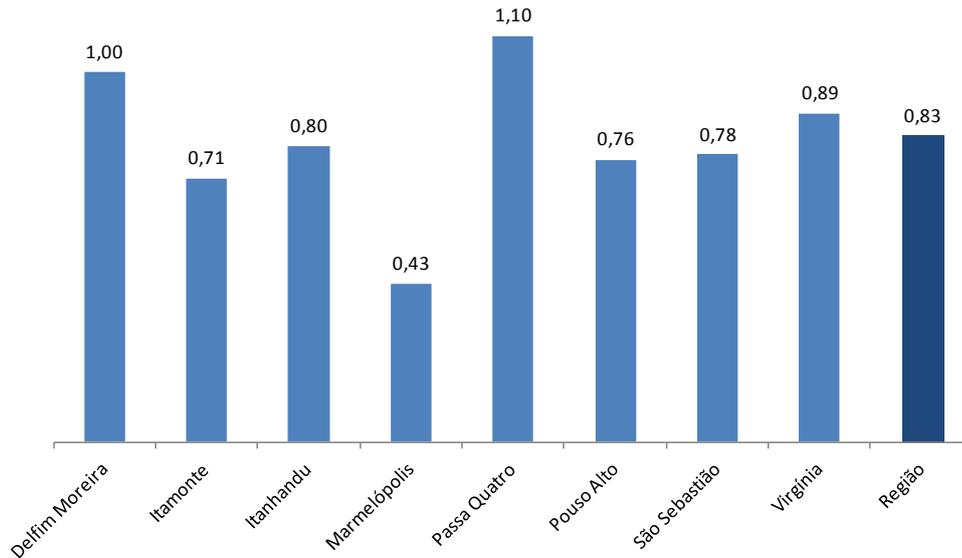


Figura 4.5 - Posse média de televisores nas Terras Altas da Mantiqueira

Outro aparelho com posse média significativa é o televisor, com 0,83 aparelhos por propriedade, sendo que em 75% das propriedades o aparelho está presente.

A Tabela 4.1 apresenta todas as informações sobre a posse de equipamentos de uso residencial pesquisados nas Terras Altas da Mantiqueira. Nesta Tabela foram ordenados os equipamentos segundo a relevância da posse média calculada, ou seja, da maior para a maior posse média.

Tabela 4.1 - Informações completas sobre a posse média de equipamentos residenciais nas propriedades rurais das Terras Altas da Mantiqueira

<b>Equipamento estudado</b>	<b>Quantidade de equipamentos levantada</b>	<b>Posse média de equipamentos</b>	<b>Quantidade propriedades com o equipamento</b>	<b>Percentual de propriedades com o equipamento</b>
Televisor	82	0,83	74	75%
Chuveiro Elétrico	80	0,81	72	73%
Refrigerador de uma Porta	76	0,77	70	71%
Máquina de Lavar Roupas	64	0,65	62	63%
Ferro Elétrico	41	0,41	41	41%
Aparelho de Som	26	0,26	26	26%
Freezer	22	0,22	22	22%
Refrigerador de duas Portas	23	0,23	21	21%
Forno Elétrico	18	0,18	17	17%
Forno de Micro-ondas	17	0,17	16	16%
Ventilador de Mesa	13	0,13	13	13%
Ventilador de Teto	11	0,11	11	11%
Computador	9	0,09	9	9%

#### **4.2.2 Estudo para equipamentos de produção agrícola**

Nessa seção, serão apresentadas as posses médias dos equipamentos de produção agrícola encontrados nas Terras Altas da Mantiqueira. As posses médias serão descritas por meio de gráfico para as cinco mais relevantes. Ao final da seção da será construída a tabela com as informações sobre posse de todos os equipamentos eletrorurais encontrados.

Destaca-se novamente que as posses médias dos equipamentos terá validade estatística quando se referir à região das Terras Altas da Mantiqueira, conforme descrito anteriormente na metodologia de amostragem. As informações sobre cada município em vez de ser tratada como posse média, será denominada quantidade relativa, da mesma forma com que foram nos equipamentos residenciais.

A Figura 4.6 mostra a posse média de desintegradores picadores moedores (DPMs) nas Terras Altas da Mantiqueira.

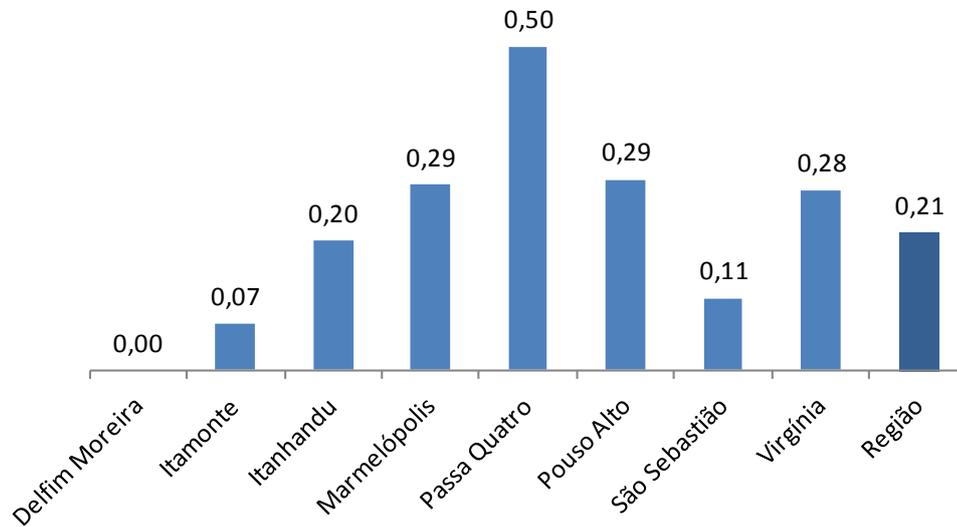


Figura 4.6 - Posse média de desintegradores picadores moedores nas Terras Altas da Mantiqueira

Nota-se que houve grande variação nas quantidades relativas encontradas em cada município.

A posse média de misturadores de ração é apresentada na Figura 4.7.

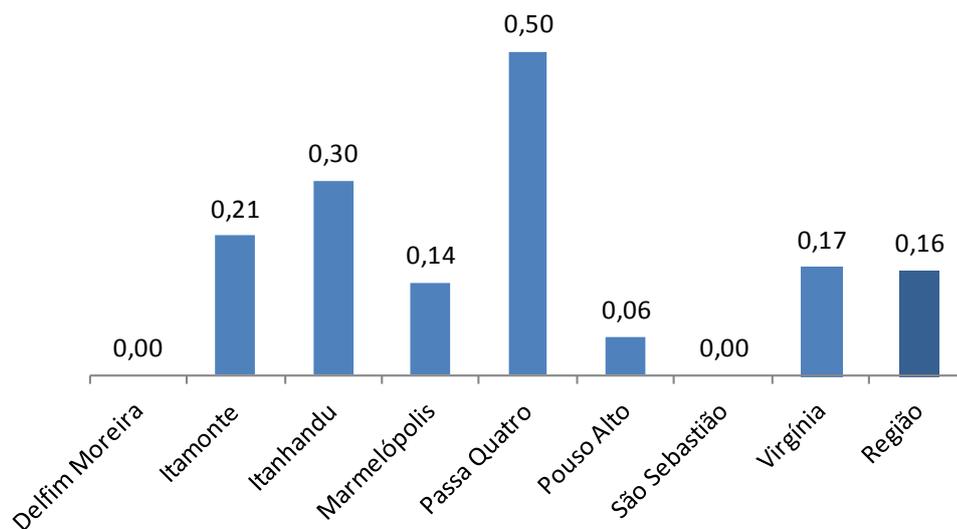


Figura 4.7 - Posse média de Misturador de ração nas Terras Altas da Mantiqueira

Aqui também encontra-se grande variação nas quantidades relativas. Pode-se ver a posse média de ordenhadeiras na Figura 4.8.

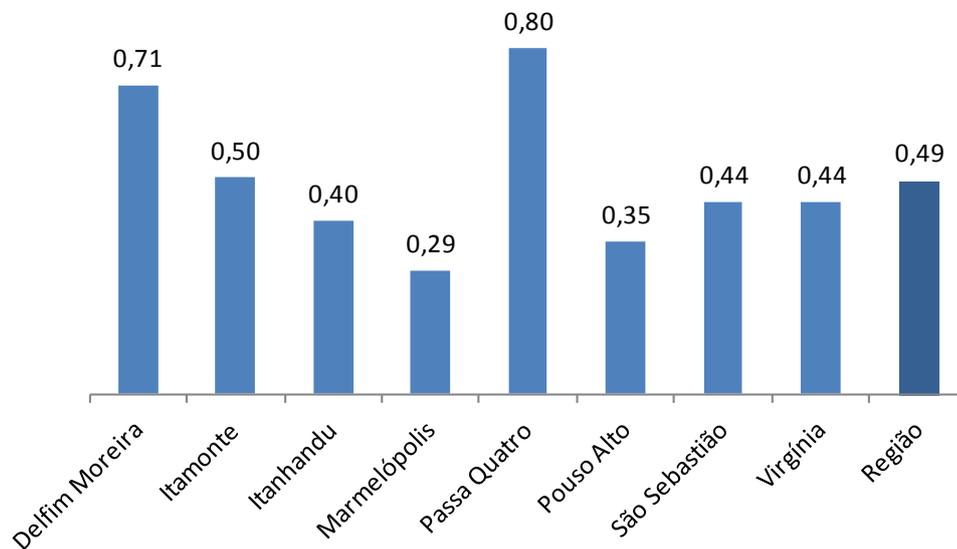


Figura 4.8 - Posse média de Ordenhadeira nas Terras Altas da Mantiqueira

A ordenhadeira apresenta uma posse média significativa, destacando as cidades de Passa Quatro e Delfim Moreira e Itamonte.

A posse média de picadoras está representada na Figura 4.9.

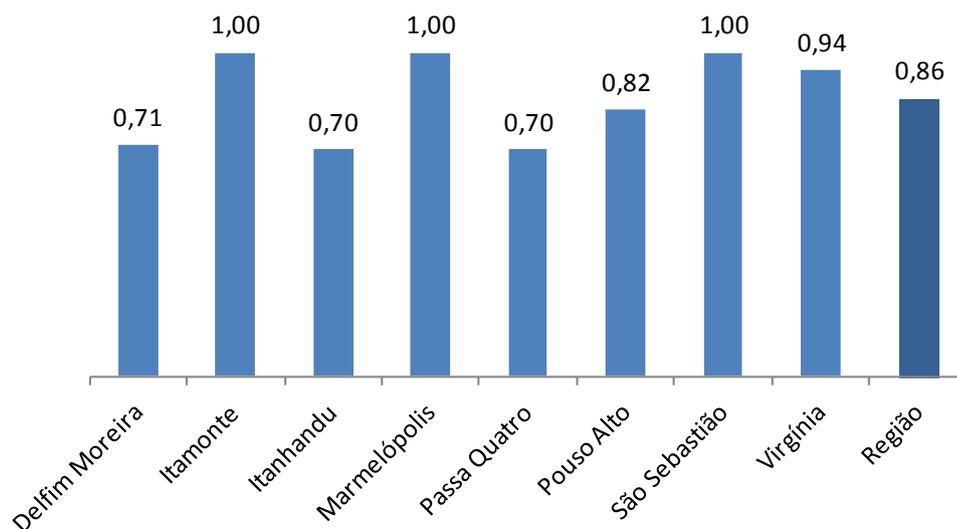


Figura 4.9 - Posse média de Picadora nas Terras Altas da Mantiqueira

Outro equipamento com posse média relevante, sendo que em Itamonte, Marmelópolis e São Sebastião todas as propriedades visitadas possuíam a picadora.

Por fim, a posse média de tanques de expansão (resfriamento) é mostrada na Figura 4.10.

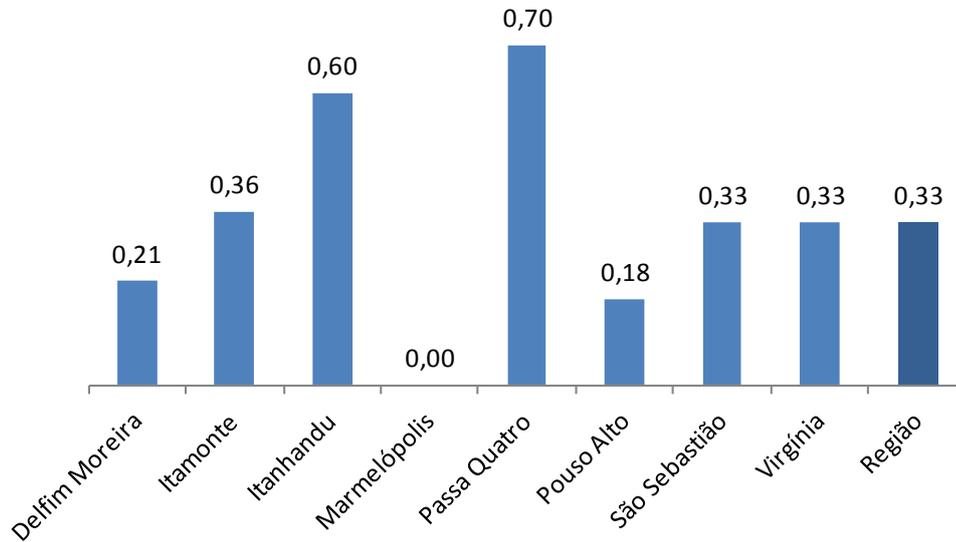


Figura 4.10 - Posse média de Tanque de Expansão nas Terras Altas da Mantiqueira

Verifica-se que as quantidades relativas do tanque de expansão variaram de 0,00 a 0,70 equipamentos por propriedade rural, culminando em uma posse média na região de 0,33 equipamentos por propriedade rural.

Todas as informações sobre a posse média de equipamentos eletrorrurais podem ser verificadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Informações completas sobre a posse média de equipamentos eletrorurais nas Terras Altas da Mantiqueira

<b>Equipamento estudado</b>	<b>Quantidade de equipamentos levantada</b>	<b>Posse média de equipamentos</b>	<b>Quantidade propriedade com o equipamento</b>	<b>Percentual de propriedades com o equipamento</b>
Picadora	85	0,86	85	85,9%
Ordenhadeira	49	0,49	48	48,5%
Tanque de Expansão	33	0,33	32	32,3%
DPM	21	0,21	21	21,2%
Misturador de Ração	16	0,16	16	16,2%
Bomba Hidráulica	10	0,10	10	10,1%
Moinho	9	0,09	9	9,1%
Selecionadora de Ovos	5	0,05	5	5,1%
Desintegrador	4	0,04	4	4,0%
Chupim	1	0,01	1	1,0%
Lavadora de Ovos	1	0,01	1	1,0%

Observa-se nesses dados de posse que em apenas dois casos apareceram mais de um tipo de equipamento em uma mesma propriedade, a saber, a ordenhadeira e o tanque de expansão. A posse mais relevante foi a de picadora, com 0,86 equipamentos por propriedade rural.

### **4.3 Etapas 2 e 2': avaliação da relevância do programa de eficiência energética**

Para avaliar a relevância do programa de eficiência energética de um equipamento, serão comparadas as listas de posse obtidas nas etapas anteriores com a lista de equipamentos contempladas com o Selo PROCEL ELETROBRAS e com a lista do PBE, estas listas estão disponíveis para consulta, respectivamente em ELETROBRAS PROCEL (2012) e INMETRO (s/d).

### **4.3.1 Avaliação para equipamentos residenciais**

Comparando a lista apresentada na Tabela 4.1, com os equipamentos contemplados com o Selo PROCEL ELETROBRAS ou o PBE, percebe-se que dos 13 encontrados nas propriedades rurais pesquisadas, apenas quatro (aparelho de som, computador, ferro de passar e forno elétrico) ainda não são contemplados, pelo menos, por um dos programas, sendo que estes não contemplados estão presentes em menos da metade dos locais visitados. Assim, segundo critério definido no método de avaliação, não há nenhum equipamento que apresente posse significativa para tornar relevante um programa de eficiência energética específico.

Então chegou-se à conclusão de que não se deve apresentar uma proposta de programa de eficiência energética para um equipamento de uso residencial, com base nos levantamentos realizados nas propriedades de avicultura de postura e pecuária leiteira nas Terras Altas da Mantiqueira.

### **4.3.2 Avaliação para equipamentos eletrorurais**

Já para os equipamentos de uso rural, observa-se que nenhum dos equipamentos de posse significativa é contemplado por programas de eficiência energética, sendo apenas a bomba hidráulica integrante do PBE e do Selo PROCEL ELETROBRAS, porém com uma posse média de apenas 0,10 por propriedade na região estudada. Assim, entende-se como relevante um programa de eficiência energética para a picadora de forragem, que apresentou posse média de 0,86 equipamentos por propriedade rural. As ordenhadeiras e os tanques de expansão, apesar de não possuírem a posse tão significativa como as picadoras, também merecem atenção futura, pois estão sendo inseridos cada vez mais no meio rural.

## **4.4 Etapas 3 e 3': avaliação da viabilidade do programa de eficiência energética**

Como não se percebeu relevância em apresentar uma proposta de programa de eficiência energética para um equipamento de uso residencial, o estudo, a partir de agora, focará na picadora de forragem.

#### 4.4.1 Avaliação da viabilidade de um programa de eficiência energética em picadoras de forragem

Aqui será calculado o consumo anual médio de uma picadora de forragem, segundo método apresentado no Capítulo 3, além de informações colhidas em campo e hábitos de uso identificados.

Percebeu-se, por meio de observações e medições durante o uso das picadoras nas propriedades estudadas, que, em média, o equipamento é utilizado com carga durante 10s antes de ser reabastecido, sendo que os intervalos entre os reabastecimentos são de 5s. Notou-se, ainda, por meio de medições elétricas, que a potência em vazio é aproximadamente 40% da potência sobcarga.

Sendo assim, efetuando a média ponderada pelos tempos de uso e levando-se em considerações as potências com carga e em vazio, tem-se que a potência média de utilização é 80% da potência com carga. Para se obter a potência elétrica com carga utilizou-se o fator de carregamento médio medido e o rendimento correspondente.

Os rendimentos utilizados nos cálculos do consumo de cada equipamento foram baseados em gráficos de fabricantes de motores, utilizando-se o fator de carregamento obtido em uma subamostra avaliada, que resultou em 64,5% em média.

Então, por meio das potências médias de utilização, dos fatores, rendimentos e dos tempos declarados de uso (média de 2 h por dia), obtêm-se o consumo médio anual de picadoras na região, conforme Figura 4.11:

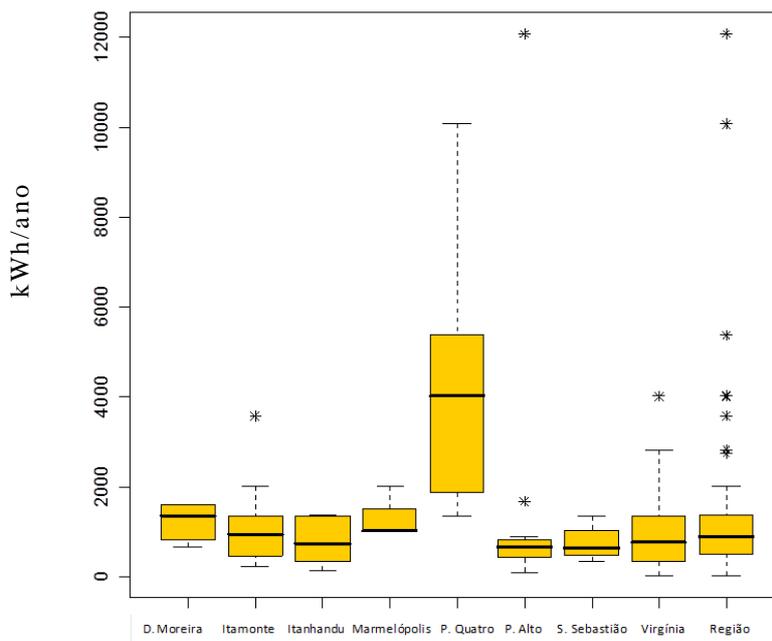


Figura 4.11 - Consumos médios de picadoras

Nesse caso houve o aparecimento de um *outlier* em Itamonte (horas de uso informada discrepante), dois em Pouso Alto (potência dos equipamentos discrepantes) e um em Virgínia (número de horas de utilização discrepante), porém quando se considera a região, ou seja, todos os valores observados, há o surgimento de seis *outliers*.

Descontando os *outliers* observados na Figura 4.11, chega-se aos consumos médios apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Consumo anual médio de picadoras

<b>Localidade</b>	<b>Consumo anual médio (kWh/ano)</b>
Delfim Moreira	1.208,81
Itamonte	924,87
Itanhandu	776,60
Marmelópolis	1.343,20
Passa Quatro	4.454,22
Pouso Alto	523,10
S. S. do Rio Verde	739,58
Virgínia	1.200,46
<b>Região</b>	<b>978,71</b>

Houve grande variação nos consumos médios calculados nos municípios, porém o consumo médio na região ficou em 978,71 kWh/ano, ou 81,56 kWh/mês, o que é representativo da região, tendo em vista a amostra dimensionada.

Os *outliers* verificados possivelmente ocorreram por conta de informações erradas passadas pelos entrevistados ou erros no momento da anotação dos dados de placa dos equipamentos, pois as discrepâncias foram consideráveis.

A partir de ELETROBRAS PROCEL (s/d), obtemos os consumos médios mensais de alguns equipamentos integrantes do Selo PROCEL ELETROBRAS e do PBE, conforme Tabela 4.4:

Tabela 4.4 - Consumo médio mensal de alguns equipamentos contemplados no Selo PROCEL ELETROBRAS e no PBE

Equipamento	Consumo mensal (kWh/mês)
Condicionador de ar janela até 9.000 Btu/h	128,8
Lavadora de roupas	1,76
Refrigerador combinado	48,24
Ventilador de teto	17,52

Fonte: ELETROBRAS PROCEL (s/d)

Comparando esses consumos médios com o obtido para as picadoras, verificamos que apenas o condicionador de ar apresenta um gasto energético superior, evidenciando que consumo de energia elétrica das picadoras é importante, frente a equipamentos já contemplados com programas de eficiência energética.

Outras constatações que auxiliam de forma positiva para a tomada de decisão pelo programa de eficiência energética para as picadoras de forragem foram os fatores de carregamento e de potência observados em campo. Os fatores de carregamento verificados variavam de 12% a 120%, sendo que a maioria estava abaixo de 70%, enquanto que o fator de potência médio ficou em torno de 0,42. Um programa de eficiência energética que garanta a venda do equipamento com o motor dimensionado corretamente pode contribuir significativamente na melhoria desses fatores.

Além disso, o início de um programa de eficiência energética nos moldes do PBE ou de concessão do Selo PROCEL ELETROBRAS, assim como da Lei de Eficiência Energética podem impulsionar outras ações do mesmo tipo voltadas ao meio rural, como, por exemplo, o incremento de projetos no âmbito da Lei 9.991/2000 (BRASIL, 2000) e ações de cunho educacional, aproximando as políticas públicas nacionais de eficiência energética para o setor, uma vez que o Selo PROCEL ELETROBRAS e o PBE são de grande visibilidade no país.

Por fim, destaca-se que, conforme constatado nas pesquisas realizadas, a picadora de forragem é um equipamento de grande penetração em propriedades de pecuária, inclusive nas pequenas e mais carentes, onde os benefícios financeiros que um programa de eficiência energética pode proporcionar pode ser um diferencial importante.

Pelo exposto, conclui-se que é viável um programa de eficiência energética para picadoras, o qual terá suas linhas gerais para implantação propostas a seguir, servindo como subsídio para a tomada de decisão pela sua efetivação.

Cumprir destacar que os benefícios energéticos somente poderão ser estimados após a realização dos ensaios e avaliação dos resultados, momento em que se tomará a decisão de investir na implementação da proposta que será apresentada no Capítulo 5.

## **5. PROPOSTA DE AÇÕES INICIAIS PARA SUBSIDIAR UM PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA PICADORAS DE FORRAGEM**

Nesta seção, serão executadas as ações da Etapa Final do fluxograma do método desenvolvido para seleção do equipamento e elaboração da proposta de programa de eficiência energética, conforme resumidas na Figura 3.3. Esse programa pode ser implantado por meio de três linhas específicas: a definição de níveis mínimos de eficiência energética obrigatórios para a comercialização dos equipamentos no país, um processo de etiquetagem de picadoras de forragem, ou ainda a concessão do selo de endosso para os equipamentos mais eficientes.

A proposta aqui apresentada se limitará a sugerir as bases gerais para um programa de eficiência energética que integre as três linhas específicas de programas definidas anteriormente. Cabe ainda destacar que a linha de etiquetagem pode ser executada por meio da definição e classificação dos equipamentos em faixas de eficiência energética ou da regulamentação de um índice mínimo de eficiência energética para a etiquetagem, nesse caso coincidente com o nível mínimo de eficiência energética para comercialização no país, porém apresentado em uma etiqueta padronizada com informações adicionais sobre o equipamento. Nesse caso, o selo de endosso seria concedido ao equipamento que ultrapassasse um patamar superior ao índice mínimo, patamar esse definido no regulamento do programa, o qual seria do tipo “passa ou não passa”.

Assim, a proposta será dividida em sugestões para: i) realização da pesquisa de mercado de picadoras; ii) execução de ensaios em laboratório com base em métodos definidos; iii) determinação das famílias de equipamentos para fins de comparação; iv) levantamento das classes de eficiência energética; v) escolha da linha específica do programa de etiquetagem; vi) definição dos níveis mínimos de eficiência energética para a comercialização no país; vii) estabelecimento dos critérios para a concessão do selo de endosso.

## 5.1 Fluxograma da proposta de programa de eficiência energética

A Figura 5.1 apresenta o fluxograma das etapas de implementação do programa proposto, as quais serão descritas nas seções seguintes:

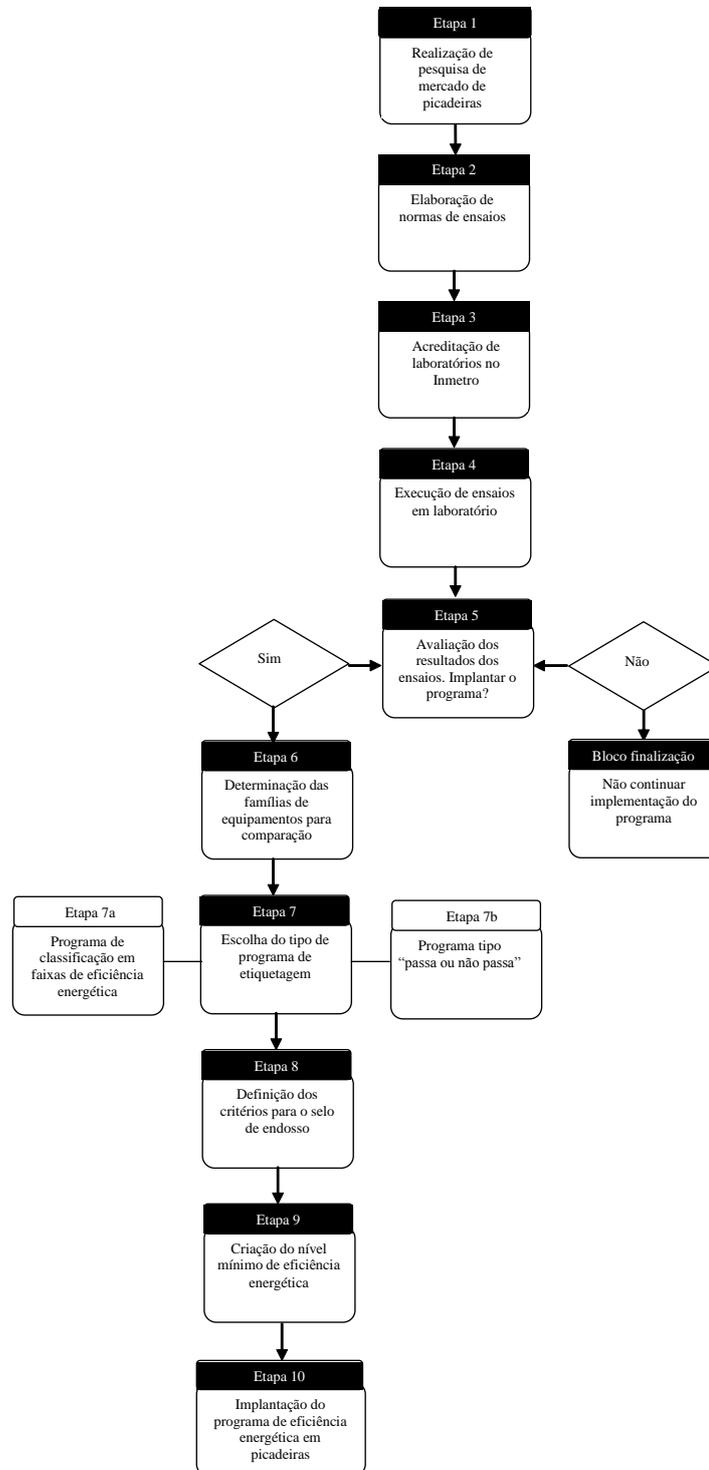


Figura 5.1 - Fluxograma das etapas para implementação do programa de eficiência energética em picadoras

## **5.2 Etapa 1: realização de pesquisa de mercado de picadoras de forragem**

A primeira ação a ser executada após a definição do equipamento objeto da proposta de eficiência energética é a elaboração de uma pesquisa para verificação da oferta de modelos picadoras de forragem presentes no mercado brasileiro. Devem-se incluir fabricantes nacionais desses equipamentos e empresas de importação, caso existam.

Nessa pesquisa, devem ser levantados os principais dados dos equipamentos, com o objetivo de identificar a variedade disponível no país e elaborar a estratégia para os ensaios em laboratório. Estes dados são:

- fabricante/importador;
- modelo;
- faixa de potência de acionamento (cv);
- rotação (rpm);
- número de facas;
- produção (kg/h); e
- tamanhos de corte.

Essas informações devem ser tabuladas e confirmadas a partir de ensaios em laboratório, segundo sugestões da próxima seção.

## **5.3 Etapas 2, 3 e 4: elaboração de normas, acreditação de laboratórios e execução de ensaios em picadoras de forragem**

Com o objetivo de padronizar os ensaios, possibilitando a comparação dos diversos equipamentos existentes no país, é necessária a elaboração de uma norma específica que será utilizada por todos os laboratórios que prestarão os serviços para o Programa de Eficiência Energética em Picadoras de Forragem. Para tanto, sugere-se utilizar exemplos de outros países que possuem a normatização de ensaios nesses equipamentos, como o caso já citado das Filipinas.

Com a norma elaborada, deve-se realizar a acreditação dos laboratórios no Inmetro, realizando entre outros, os ensaios interlaboratoriais, possibilitando que os mesmos resultados sejam observados em todos os laboratórios acreditados.



### 5.3.1 Condições gerais para realização dos ensaios

O laboratório onde se realizarão os ensaios deve ter sua temperatura e umidade constantes e iguais para todas as medições que venham a ser realizadas na fase pré-implantação do programa e durante vigência do programa, permitindo, assim, comparações e avaliações da eficiência energética antes e depois do início do programa e da evolução das grandezas medidas ao longo do tempo. É importante que os laboratórios que atenderão ao programa de eficiência energética em picadoras estejam de acordo com laboratórios similares em outros países, os quais poderão servir de referência para o Brasil, sendo interessante a realização de visitas técnicas para levantamento de informações e comparação de resultados.

A tensão elétrica deve ser estabilizada conforme a nominal do motor de alimentação sugerido pelo fabricante da picadora, assim como devem ser utilizados motores padronizados para as potências de acionamento indicadas.

Quando os fabricantes apresentam faixas de potências de acionamento possíveis, os ensaios deverão ser realizados para todas as potências disponíveis nas faixas apresentadas e os resultados para classificação serão os do pior caso, incentivando, com isso, os fabricantes especificarem um motor que apresente o melhor rendimento para o conjunto motor-picadora, em vez de uma faixa de potências.

Como o material natural (capim) utilizado para o corte varia muito em tamanho, diâmetro e umidade, tendo em vista não ser possível controlar tais parâmetros em plantações, sugere-se, então, o desenvolvimento de material sintético com tamanho, diâmetro e feixes padronizados. A umidade e a temperatura desse material devem ser controladas e padronizadas, visando aproximar das características médias do material natural.

Sugere-se que sejam realizados três intervalos de alimentação, com a duração mínima 15 minutos por intervalo, conforme a Norma das Filipinas (PSAE, 2004b), considerando como resultado final do levantamento de cada grandeza, a média obtida nos três intervalos.

A introdução do material de corte através da bica de alimentação deve ser realizada por meio de algum dispositivo alimentador que garanta a uniformidade de velocidade, intervalo e forma de carregamento, garantindo as mesmas condições de ensaios para todos os equipamentos.

Por fim, antes de cada início de corte, a máquina deve ser estabilizada após partida do motor elétrico, de acordo com as recomendações do fabricante, além de a afiação das facas utilizadas serem as entregues pelo fabricante, garantindo que o equipamento funcionará conforme disponibilizado ao mercado consumidor.

### 5.3.2 Determinação da eficiência de corte do equipamento

Para determinação da eficiência de corte do equipamento, primeiramente deve ser pesado o material a ser introduzido na bica de alimentação e, após o processo de corte, deve ser pesado o material picado e disponibilizado para aproveitamento, ou seja, é descontada a parte que fica retida na picadora e a desperdiçada no ambiente. A medição deve ser realizada nas três etapas do ensaio e o resultado, conforme mencionado anteriormente, é a média das três medições.

Assim, a eficiência de corte do equipamento é a relação entre a massa do material picado e a do introduzido no equipamento, conforme Equação 5.1.

$$Ef_{corte} = \frac{M_{picado}}{M_{introduzido}} \quad (5.1)$$

Onde:

$Ef_{corte}$  é a eficiência de corte;

$M_{picado}$  é a massa do material picado e disponibilizado para uso, em kg; e

$M_{introduzido}$  é a massa do material introduzido na máquina, em kg.

### 5.3.3 Determinação da capacidade de produção da picadora

Para a determinação da capacidade de produção do equipamento, deve-se dividir a massa do material picado e disponibilizado para aproveitamento em quilogramas, pelo tempo de trabalho em horas, determinando, assim, a produção horária da picadora, conforme Equação 5.2.

$$C_{produção} = \frac{M_{picado}}{T} \text{ (kg/h)} \quad (5.2)$$

Sendo:

$C_{produção}$  a capacidade de produção;

T, o tempo de trabalho, em horas.

Alternativamente, pode ser usada a Equação 5.3.

$$C_{produção} = \frac{M_{introduzido} \cdot Ef_{corte}}{T} \text{ (kg/h)} \quad (5.3)$$

### 5.3.4 Medição do consumo de energia elétrica do conjunto motor-picadora

A medição do consumo de energia elétrica deve ser realizada por meio de medidores padronizados e com níveis de erro similares em todos os levantamentos a serem efetuados. A medição do consumo de energia elétrica deve iniciar após a estabilização da picadora e finalizada após o último material ser picado.

O consumo deve ser verificado para todas as potências de motores disponíveis no mercado, respeitando a faixa sugerida pelo fabricante da picadora.

Deve ser anotado o consumo de energia elétrica obtido em cada intervalo de medição e o resultado final novamente será a média desses consumos. O consumo horário será determinado por extrapolação do consumo médio determinado nos intervalos de 15 minutos, ou seja, o consumo médio levantado no processo de ensaio multiplicado por quatro.

### 5.3.5 Determinação da eficiência energética da picadora

A eficiência energética da picadora é a relação entre consumo médio de energia elétrica e a massa média do material picado, conforme a Equação 5.4.

$$Ef_{picadeira} = \frac{Consumo}{M_{picado}} \text{ (kWh/kg)} \quad (5.4)$$

Onde:

$Ef_{picadeira}$  é a eficiência energética da picadora; e

Consumo é a energia elétrica média gasta no intervalo de medição em kWh.

A eficiência energética também pode ser obtida pela Equação 5.5.

$$Ef_{picadeira} = \frac{Consumo}{M_{introduzido} \cdot Ef_{corte}} \text{ (kWh/kg)} \quad (5.5)$$

### **5.3.6 Classificação quanto à qualidade do material picado**

A qualidade do material picado pode ser obtida por meio do método *Penn State Particle Size Separator*, adaptado para capins tropicais (MARI e NUSSIO, 2008). Nesse método são utilizadas quatro bandejas, sendo que a primeira retém partículas com diâmetro superior a 38 mm, a segunda retém partículas com diâmetro entre 19 e 38 mm, a terceira retém partículas com diâmetro entre 7,8 mm e 19 mm e a quarta e última bandeja, com fundo fechado, retém partículas com diâmetro inferior a 7,8 mm. O material retido em cada bandeja deve ser pesado, para que se possa levantar e o percentual de cada tamanho de material picado. O método deve ser aplicado para todos os ajustes possíveis e os tamanhos médios devem ser obtidos por meio da medição em uma amostra colhida em cada bandeja.

Esses percentuais devem ser comparados com o tamanho do corte informado pelo fabricante, determinando-se, assim, a qualidade do material picado, que deve ter a maioria dos tamanhos próximos do informado pelo fabricante.

Para a avaliação da picadora em relação à qualidade do material picado, sugere-se classificá-la em: ótimo, bom, regular e ruim, caso haja uma variação expressiva na qualidade do material produzido pelas diversas picadoras, ou apenas bom ou ruim, caso a diferença entre a pior e a melhor qualidade seja pequena. A determinação de qual forma se classificará o material picado deve ser feita após a realização dos ensaios iniciais, seguindo os mesmos padrões que serão apresentados na Seção 5.6.

## **5.4 Etapa 3: decisão sobre a necessidade do programa de eficiência energética em picadoras de forragem**

Diferentemente da avaliação feita para a escolha do equipamento objeto da proposta de eficiência energética, a qual apontou que é viável inclusão das picadoras nesse tipo de ação, com base na relevante posse das picadoras nas propriedades rurais estudadas, bem como o expressivo consumo de energia elétrica verificado, além de outros benefícios possíveis com a implantação do programa, a avaliação sobre a necessidade do programa tem por objetivo identificar a possibilidade de ganhos energéticos.

O critério que deve ser utilizado nessa avaliação é verificar as discrepâncias existentes entre as eficiências energéticas das diversas picadoras existentes no mercado.

Caso a diferença entre a maior e a menor eficiência energética levantada seja menor percentualmente que o erro intrínseco do processo de medição, entende-se que não seria

eficaz, nesse momento, o investimento no programa, tendo em vista que não trariam benefícios energéticos, pois não foi possível identificar variações entre os modelos de picadoras. Nesse caso, é necessário avaliar a tecnologia utilizada nas picadoras, a fim de propor possíveis ações a serem executadas futuramente.

Caso contrário, sendo a diferença entre as eficiências superior ao erro de medição, julga-se que o programa de eficiência energética poderá trazer benefícios energéticos, pois foram detectadas diferenças de eficiências energéticas entre os modelos, fato que por si só indica que os modelos menos eficientes podem ter seu desempenho melhorado e alcançarem os mais eficientes.

#### **5.5 Etapa 4: levantamento das famílias de equipamentos para fins de comparação**

Para que se possam comparar e classificar as picadoras em relação a sua eficiência energética, torna-se necessária a determinação das famílias de equipamentos existentes. Para tanto, se deve agrupar os diversos modelos em unidades homogêneas, seja em relação as suas capacidades de produção, faixa de potência do motor elétrico, uso específico da picadora, assim por diante, a exemplo do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Condicionadores de Ar (INMETRO, s/d), que agrupa os equipamentos por capacidade de refrigeração e tecnologia utilizada.

Assim, de posse da pesquisa de mercado realizada e dos ensaios efetuados, deve-se determinar as famílias de equipamentos para fim de comparação, tendo em vista que esses dados permitem avaliar as discrepâncias das eficiências energéticas existentes no mercado em relação às características dos modelos disponíveis.

#### **5.6 Etapa 5: escolha da linha do programa de etiquetagem e definição das classes de eficiência energética**

Para a seleção da linha do programa de etiquetagem - classificação em níveis ou “passa ou não passa” - o critério deve se basear nas diferenças entre as eficiências energéticas das picadoras existentes no mercado, além do erro no processo de medição dessa grandeza, conforme mencionado na Seção 5.4. A Figura 5.3 resume o critério que deverá ser utilizado para a escolha da linha do programa de etiquetagem.

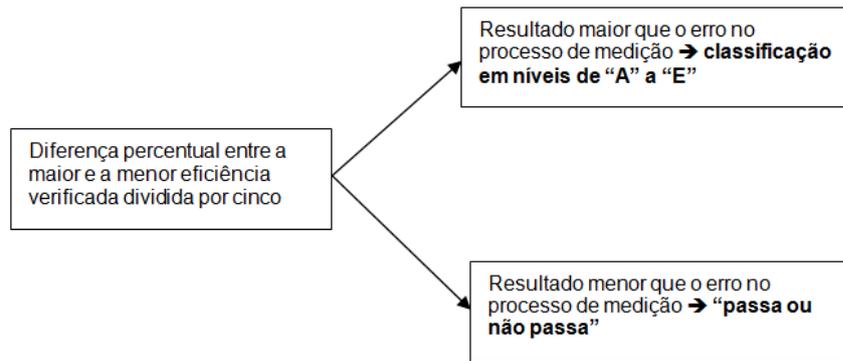


Figura 5.3 - Critério para escolha da linha do programa de etiquetagem

Conforme se observa na Figura 5.3, deve levantar a diferença percentual entre a maior e a menor eficiência verificada nos modelos de picadoras ensaiados em laboratório e dividir esse valor por cinco. Caso o resultado seja maior que o erro no processo e medição, conclui-se que o programa de etiquetagem mais adequado é o de classificação em níveis de eficiência energética, com a classificação variando de uma escala que vai de “A”, a mais eficiente a “E”, a menos eficiente, sendo que a escolha da quantidade de níveis tomou como base mais utilizada no PBE, conforme se verifica no site do Programa (INMETRO, s/d).

Já, se o resultado for menor que o erro no processo de medição da eficiência energética, a etiquetagem deve ser do tipo “passa ou não passa”, tendo em vista que as diferenças entre os níveis não seriam detectáveis.

Escolhida a linha mais adequada, as picadoras devem ser divididas nas classes de eficiência energética de forma linear, que podem ser cinco ou duas classes, no caso da classificação em níveis ou “passa ou não passa”, respectivamente.

### **5.7 Etapas 6 e 7: determinação dos critérios para a concessão do selo de endosso e definição dos níveis mínimos de eficiência energética para comercialização no país**

O selo de endosso deve ser atribuído aos produtos mais eficientes disponíveis no mercado, além de incentivar que outros atributos dos equipamentos sejam desenvolvidos e melhorados. No caso das picadoras de forragem, esses atributos são a eficiência de corte e a qualidade do corte do material, conforme mencionados anteriormente.

Já o nível mínimo de eficiência que o equipamento deve apresentar para poder ser comercializado no país, deve ser definido em um patamar que garanta o banimento do mercado dos produtos ineficientes.

A Figura 5.4 apresenta um exemplo de como podem ser determinados os níveis mínimos de eficiência energética para comercialização e para concessão do selo de endosso. Este exemplo serve para evidenciar que os equipamentos mais eficientes devem ser priorizados e os de baixo desempenho banidos do mercado.

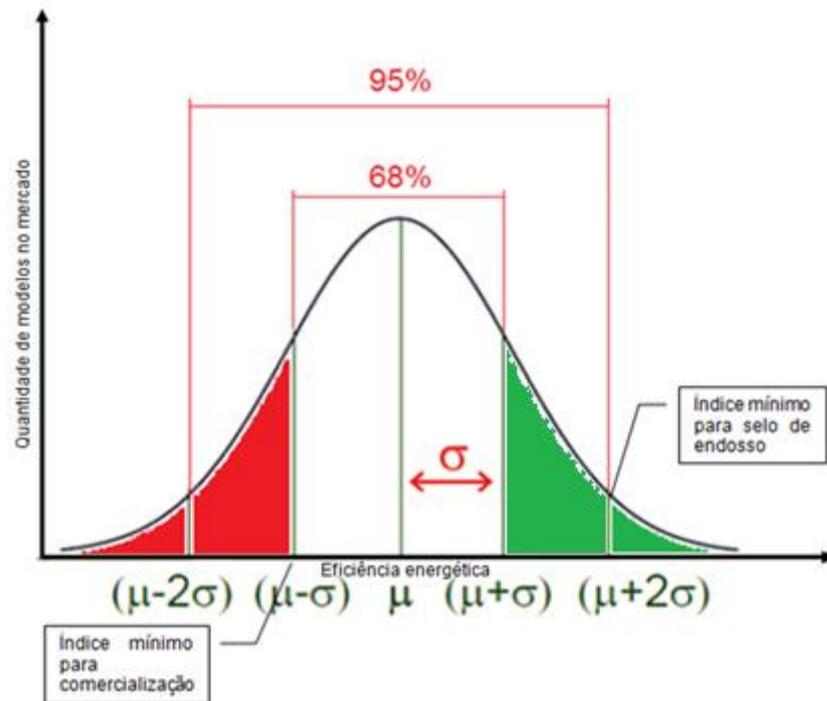


Figura 5.4 - Determinação do nível mínimo de eficiência energética e de concessão do selo de endosso

Observando a Figura 5.4, nota-se que é proposto excluir do mercado os equipamentos que se situam abaixo da média menos uma vez o desvio padrão verificado nas eficiências levantadas em laboratório. Com a utilização desse método, seriam excluídos do mercado nacional por volta de 16% das picadoras, todas com eficiência baixa, em comparação com as demais.

No que diz respeito ao selo de endosso, sugere-se tornar elegíveis a serem agraciados, os equipamentos que se situam na faixa acima da média um desvio padrão, restringindo a aproximadamente 16% dos equipamentos disponíveis.

Além da eficiência energética, devem ser critérios para concessão do selo de endosso, conforme mencionado anteriormente, uma alta eficiência de corte - situada entre as 16% mais eficientes - segundo o mesmo critério de desvio padrão apresentado - e possuir uma alta qualidade de corte. A qualidade no corte será definida segundo os critérios da Seção 5.6 e apenas a categoria mais alta será elegível ao selo. Assim, receberão o selo de endosso os

equipamentos mais eficientes energeticamente, com alta eficiência de corte e alta qualidade de corte.

Cumprir destacar que os critérios de concessão do selo de endosso podem ser revistos inicialmente, ou seja, abrangerem uma fatia maior do mercado, caso restrinja muito a quantidade de modelos de picadoras com selo, tendo em vista serem uma composição de eficiência energética e padrões de qualidade. Com o desenvolvimento do mercado, os critérios devem voltar a ser mais restritivos.

## **5.8 Etapa 8: implantação do programa de eficiência energética em picadoras de forragem**

O processo de implementação do programa de eficiência energética para picadoras de forragem deve ser iniciado pela etiquetagem voluntária dos equipamentos, possibilitando aos fabricantes e consumidores conhecerem, divulgarem e melhorarem os desempenhos dos equipamentos. Essa fase voluntária pode durar de um a cinco anos, dependendo das evoluções verificadas nas eficiências e do número de adesão ao programa de etiquetagem.

O segundo passo é a inserção do selo de endosso, que pode ser simultânea à etiquetagem ou algum tempo depois do início desta, tendo em vista que inicialmente podem não haver modelos a serem contemplados. O início da concessão do selo de endosso tende a incentivar os fabricantes a melhorarem o desempenho de seus produtos, uma vez que orienta os consumidores a escolherem tais equipamentos no momento da compra. É importante que apenas produtos etiquetados estejam elegíveis a receber o selo, pois incentiva a adesão ao programa de etiquetagem voluntária.

Com as duas ferramentas implantadas - etiquetagem e selo de endosso - a tendência é que a oferta de picadoras mais eficientes aumente, diminuindo a quantidade de produtos ineficientes. Nesse momento, deve-se lançar mão do índice mínimo de eficiência energética para comercialização no país, banindo do mercado os produtos com baixo desempenho energético. Nesse momento deve ser declarada a compulsoriedade da etiquetagem e revistas para cima as faixas de classificação, caso se note um acúmulo de produtos nas faixas mais altas de eficiência energética.

Assim, pode-se resumir o processo de implementação do programa de eficiência energética nos seguintes passos:

- implantação da etiquetagem voluntária com avaliações anuais do desempenho dos produtos;
- concessão do selo de endosso quando houver produtos que atendam aos critérios definidos;
- declaração da compulsoriedade da etiquetagem; e
- determinação do nível mínimo de eficiência energética para comercialização no país.

No Brasil, as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de um programa de eficiência energética em equipamentos consumidores de energia elétrica são: o PBE, o Selo PROCEL ELETROBRAS e a Lei de Eficiência Energética, as quais são eficazes no incentivo à melhoria dos desempenhos de diversos equipamentos e podem colaborar significativamente no incremento da eficiência energética das picadoras de forragem, abrindo caminho para outras ações do tipo, voltadas ao meio rural.

Para a melhoria na eficiência energética das picadoras, tanto se pode melhorar o desempenho dos motores elétricos, forçando a utilização dos corretamente dimensionados e com eficiências mais elevadas, bem como aprimorar os aspectos construtivos dos conjuntos motor e picadoras, seja redesenhando a estrutura, seja modificando os sistemas de corte. A implementação do programa proposto pode impulsionar e motivar os fabricantes a adotarem tais práticas.

## **6. CONCLUSÕES**

### **6.1 Principais conclusões, limitações do estudo e recomendações**

Neste Trabalho foi apresentada uma proposta de programa de eficiência energética para picadoras de forragem, por meio da avaliação da posse média e do consumo energético do equipamento, bem como dos possíveis benefícios sociais proporcionados, subsidiando a elaboração de políticas públicas de eficiência energética voltadas ao meio rural, principalmente no que concerne a programas de etiquetagem, concessão de selo de endosso e definição de níveis mínimos de eficiência energética para equipamentos que apresentam uso relevante em propriedades rurais.

Organizou-se uma revisão bibliográfica sobre os diversos assuntos e conceitos utilizados neste estudo, os quais foram: panorama econômico, demográfico e energético do setor rural; pesquisas de posse de equipamentos e hábitos de uso no Brasil; programas de eficiência energética em equipamentos no Brasil e pelo mundo; informações sobre picadoras de forragem. Essa pesquisa serviu como base para a elaboração da Dissertação proposta e pode contribuir com outros estudos nessa linha.

Para justificar a escolha da picadora de forragem como equipamento alvo da proposta de eficiência energética, foi elaborado e aplicado um método para seleção do equipamento com base em pesquisas e investigações em campo, que tornou possível levantar a posse e os hábitos de uso de cada um dos equipamentos elétricos encontrados nas propriedades rurais investigadas, sendo que esses equipamentos foram agrupados segundo sua finalidade de uso, ou seja, residencial ou produção agrícola. O método foi aplicado em propriedades de pecuária leiteira e de avicultura de postura na região das Terras Altas da Mantiqueira, no sul de Minas Gerais, tendo em vista a importância nacional dessa região nesses tipos de produção.

A partir do resultado da aplicação do método desenvolvido, que indicou a picadora de forragem, com uma posse média de 0,86 equipamentos por propriedade e consumo médio anual de 978 kWh/ano, como equipamento a receber a proposta de programa de eficiência energética, sugeriu-se as ações iniciais para estruturar o programa, a qual contou com nove etapas a serem seguidas, a saber: realização de pesquisa de mercado de picadoras de forragem; definição de normas de ensaio, acreditação de laboratórios, execução de ensaios em picadoras de forragem; decisão sobre a necessidade do programa proposto; determinação das famílias para fins de comparação; escolha da linha do programa de etiquetagem; definição dos

critérios para concessão do selo de endosso e definição dos níveis mínimos de eficiência energética; implementação do programa de eficiência energética em picadoras de forragem.

Conforme mencionado anteriormente, a efetivação e a consequente observância dos resultados dependem do engajamento das instituições responsáveis por elaborar e executar as políticas públicas de eficiência energética no país. A proposta apresentada tem como base inserção da picadora de forragem no PBE, pois a partir disso se poderão estabelecer normas de ensaios padronizadas, permitindo conhecer a eficiência e os demais parâmetros das picadoras, possibilitando comparar e classificar os equipamentos, tornando possível priorizar os mais eficientes e banir os ineficientes, promovendo uma transformação no mercado desses produtos.

Para tanto, é necessário identificar e apresentar os possíveis benefícios e os custos envolvidos tanto para os fabricantes e consumidores, a fim de justificar a inserção das picadoras de forragem no rol de equipamentos etiquetados pelo Inmetro, agraciados pelo Selo Procel Eletrobras e cobertos pela Lei de Eficiência Energética.

## **6.2 Limitações do estudo**

O presente estudo limitou seus esforços a propriedades rurais de pecuária leiteira e avicultura de postura existentes na região das terras Altas da Mantiqueira, sul de Minas Gerais, para selecionar o equipamento alvo para receber a proposta de eficiência energética. Para se considerar os dados obtidos aqui, em outras regiões do país, se devem levar em conta as características e peculiaridades intrínsecas a cada região e avaliar a aplicabilidade das conclusões de posse e consumos médios obtidos.

Para os cálculos dos consumos médios foram utilizados os dados de placa dos equipamentos levantados durante as pesquisas, assim, não foram consideradas as possíveis degradações na eficiência energéticas dos equipamentos com a idade, o que pode, de alguma forma, ter subestimado os consumos de energia elétrica estimados.

Por fim, não se puderam quantificar os possíveis ganhos energéticos com a efetivação do programa de eficiência em picadoras de forragem, pois para tanto há a necessidade de que sejam realizadas as avaliações e os ensaios propostos no Capítulo 5, os quais não foram objetivos deste Trabalho.

### **6.3 Recomendações**

Além dos estudos propostos no Capítulo 5 deste Trabalho, se recomenda ainda:

1. Realizar avaliação, por meio de ensaios laboratoriais e testes de campo em picadoras de forragem novas e usadas, para levantar os consumos desses equipamentos em situações reais de uso, além de estimar fatores de degradação da eficiência energética com o passar dos anos, bem como identificar a vida útil e a curva de sucateamento desses produtos.
2. Elaborar programas educacionais e de conscientização para utilização, manuseio, manutenção preventiva e preditiva em picadoras de forragem.
3. Avaliar os ganhos energéticos, financeiros e de segurança que a correta aplicação de ações de eficiência energética propostas pode proporcionar.

## 7. Referências bibliográficas

ABREU, D. M. X; Machado A. F. **Estudo Exploratório do Perfil Ocupacional no Setor Agropecuário Brasileiro**. In: Anais do XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais. Ouro Preto, 2002.

ALVES, S. S. **Tipificação dos Instrumentos de Políticas de Apoio à Eficiência Energética: a Experiência Mundial e o Cenário Nacional**. Dissertação de Mestrado. USP/Engenharia Elétrica: São Paulo, 2007.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Avicultura de postura em destaque no Globo Rural**. s/l, 2006. Disponível em: <[http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticias/avicultura-de-postura-em-destaque-no-globo-rural/20060330094706\\_18593](http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticias/avicultura-de-postura-em-destaque-no-globo-rural/20060330094706_18593)>. Consultado em 25/05/2012.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. **Consumidores, Consumo, Receita, Tarifa Média - Por Classe Consumo**. s/d. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=550>>. Acessado em: 05/12/2011

ARÊDES, A; SILVEIRA, S. de F. R; *et alii*. **Análise de Custos na Pecuária Leiteira: Um Estudo de Caso das Propriedades Assistidas pelo Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira da Região de Viçosa**. Custos e @gronegocio *on line*, volume 2, número 1, p. 45-68. Recife, 2006

BRASIL. **Lei 9.991/2000**. DOU, Brasília, 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19991.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm)>. Acessado em 15/05/2012.

\_\_\_\_\_. **Decreto 4.059/2001**. DOU, Brasília, 2001a. Disponível em: <[http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw\\_Identificacao/DEC%204.059-2001?OpenDocument](http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/DEC%204.059-2001?OpenDocument)>. Acessado em 15/05/2012.

\_\_\_\_\_. **Lei 10.295/2001 – “Lei de Eficiência Energética”**. DOU, Brasília, 2001b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10295.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm)>. Acessado em 15/05/2012.

CEPA. - CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AGRÍCOLA de MINAS GERAIS. **Plano Setorial de Avicultura**. Minas Gerais, 2006.

CILEITE - CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO LEITE. **OMC Aponta Brasil como 3º Maior Exportador Agrícola**. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/content/omc-aponta-brasil-como-3%C2%BA-maior-exportador-agr%C3%ADcola>. Brasília, 2010. Consultado em 30/07/2010.

\_\_\_\_\_. **Produção de leite em Minas Gerais e na Zona da Mata Mineira**. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/panorama/especial27.html>. Brasília, 2009. Acessado em: 25/05/2012

CLASP. **Energy efficiency labels and standards: a guidebook for appliances, equipment, and lighting**. Washington, D.C, 2005.

CONCEIÇÃO, G. M. S. *et alii*. **Noções Básicas de Estatística. Apostila do Curso de Capacitação em Epidemiologia Básica e Análise da Situação de Saúde. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. [s/l], [s/d]. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/36783064/apostila-estatistica>. Consultado em: 05/07/2010.

CREVELIN, S. A.; SCALCO A. R. Projeto “Agricultura Familiar Gado de Leite”: Melhorias Ocorridas em uma Propriedade Familiar no Município de Tupã. In: **XLV Congresso da Sober**. Londrina, 2007.

D’ALMEIDA, J. C. S. **Tipologia das Cargas Rurais**. Disponível em: [dger.minem.gob.pe/present/p2/JoaquimCarlosSilvaDAlmeida.pdf](http://dger.minem.gob.pe/present/p2/JoaquimCarlosSilvaDAlmeida.pdf). Consultado em: 15/07/2010.

Davidovich, L. **Determinismo e Mecânica Quântica**. Rio de Janeiro, s.d.

DOE. **National Energy Efficiency and Conservation Program**. [s/l], [s/d]. Disponível em <http://www.doe.gov.ph/neccp/default.htm>. Acessado em: 07/08/2012.

ELETROBRAS PROCEL. **Catálogo do Selo PROCEL 2012**. Disponível em: <<http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={2DEB4057-D085-49A8-A66E-5D946249DC56}>>. Consultado em 09/08/2012.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso 1988 - Relatório Interno**. Rio de Janeiro, 1989.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso 1997 - Relatório Interno**. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso: Ano Base 2005. Classe Residencial - Relatório Brasil**. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso: Ano Base 2005. Classe Comercial - Alta Tensão - Relatório Setorial: Supermercados / Hipermercados**. Rio de Janeiro, 2008a.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso: Ano Base 2005. Classe Industrial - Alta Tensão - Relatório Brasil: Completo**. Rio de Janeiro, 2008b.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Resultados do PROCEL 2006**. Rio de Janeiro, 2007

\_\_\_\_\_. **Relatório de Resultados do PROCEL 2007**. Rio de Janeiro, 2008

\_\_\_\_\_. **Relatório de Resultados do PROCEL 2012: ano base 2011**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <[www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br)>. Acessado em: 07/08/2012.

\_\_\_\_\_. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica: Consumidor/Equipamentos**, [s/l], [s/d]. Disponível em: <<http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={32B00ABC-E2F7-46E6-A325-1C929B14269F}>>. Acessado em: 07/08/2012.

ELETROBRAS PROCEL E FUNDAÇÃO ROGE. Relatório **Final do Convênio ECV 274/2008**. Rio de Janeiro, 2011.

EPE. **Balanco Energético Nacional 2011: Ano Base 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **Resenha Mensal de do Mercado de Energia Elétrica**. Ano III, num. 28, janeiro, 2010.

**Energy Star**. Home Page. [s/l], [s/d]. Disponível em <<http://www.energystar.gov/>>. Acessado em 07/08/2012.

Eastop, T. D. and D. R. **Croft. Energy Efficiency for Engineers and Technologists**. Longman Scientific and Technical, 1990.

**EUROPA** - Sistema de Legislação da União Europeia/Energia/Eficiência Energética. Europa, [s/d]. Disponível em: <[http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/energy\\_efficiency/index\\_pt.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/index_pt.htm)>. Acessado em: 07/08/2012.

FÁBRICA DO AGRICULTOR. **Agronegócio Brasileiro: uma Oportunidade de Investimentos**. Disponível em <http://www.fabricadoagricultor.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=10>. Consultado em: 10/07/2010.

FERNANDEZ, A. T., JAYME, D. G., **Avaliação da Produção de Vacas Girolando Mantidas em Sistema de Confinamento e em Pastagem Irrigada de Tifton 85 no Período da Seca**. Uberaba: II Seminário Iniciação Científica – IFTM, 2009.

FERREIRA, O. **Máquinas Para Ensilagem**. Pelotas: UFPel, 2006. Disponível em: <<http://www.ufpel.edu.br/faem/engenhariarural/maquinas/arquivos/ensilagem06.pdf>>. Acessado em: 18/05/2012.

FERREIRA, R. L. *et alii*. **Análise do Perfil Técnico e Socioeconômico de uma Cooperativa de Produtores de Leite do Noroeste do Paraná**. In: XLV Congresso da Sober. Londrina, 2007.

**FIDE** - Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. [s/l], [s/d]. Disponível em: <<http://portal.fide.org.mx:8000/>> Acessado em 14/05/2012.

GARCIA, A. G. P. **Impacto da Lei de Eficiência Energética para Motores Elétricos no Potencial de Conservação de Energia na Indústria**. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ/Planejamento Energético, 2003.

GELLER, H. **Índices Mínimos de Eficiência Energética, Etiquetas e Procedimento de Ensaio para Refrigeradores, Freezers e Condicionadores de Ar de Janela no Canadá, México, Estados Unidos, China e Outros Países em Desenvolvimento e em Transição**. [s/l], 2006. Disponível em: <[http://www.clasponline.org/en/ResourcesTools/Resources/StandardsLabelingResourceLibrary/2006/~~/media/Files/SLDocuments/2006-2011/2006-07\\_MEPSLabelTest\\_ProcedureForRefrigeratorsAndFreezers\\_Portuguese.pdf](http://www.clasponline.org/en/ResourcesTools/Resources/StandardsLabelingResourceLibrary/2006/~~/media/Files/SLDocuments/2006-2011/2006-07_MEPSLabelTest_ProcedureForRefrigeratorsAndFreezers_Portuguese.pdf)>. Acessado em 14/05/2012.

GOMES, T. G. **Diagnóstico e Perspectivas da Produção de Leite no Brasil**. Viçosa, 1999.

**GOOGLE MAPS**. Disponível em <http://maps.google.com.br/>. Consultado em: 10/08/2010.

GOUVELLO, C. H. **Eletrificação Rural Descentralizada: uma Oportunidade para a Humanidade, Técnicas para Planeta**. Rio de Janeiro: Cepel, 2003.

GUSMÃO, M. V.; *et alii*. **O Programa de Eletrificação Rural "Luz No Campo": Resultados Iniciais**. 4º Encontro de Energia no Meio Rural, 2002.

HEINZEN, L. F. **A Realidade em Uma Pequena Empresa da Avicultura Catarinense**. Florianópolis: Relatório de Estágio apresentado ao curso de agronomia, UFSC, 2006.

HOAGLIN, D. C.; MOSTELLER, F.; TUKEY, J.W. **Análise Exploratória de Dados: Técnicas Robustas: um Guia**. Lisboa: edições Salamandra, 1992.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/censo2010/index.php>>. Consultado em 10/05/2012.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_. **Séries Estatísticas & Séries Históricas**. [S/D] Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/series\\_estatisticas/](http://www.ibge.gov.br/series_estatisticas/). Consultado em: 01/06/2012.

\_\_\_\_\_. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Rio de Janeiro, s/d. Consultado em 01/06/2012.

IEA – International Energy Agency. **Energy Labels and Standards**. Paris, 2000

INMETRO. **Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE**. [s/l], [s/d]. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/eficiencia.asp>> Acessado em 03/01/2012.

LEITE, A. A. F.; BAJAY, S. V. **Projeção do consumo de energia elétrica do setor agropecuário na região das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. In: Anais do 6º Encontro de Energia no Meio Rural, 2006.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano Agrícola e Pecuário 2011-2012**. Brasília, 2011.

MARQUES, V. M.; REIS R. P. *et alii*. **Custos e Escala na Pecuária Leiteira: Estudo de Casos em Minas Gerais**. *Ciências Agrotecnologia, Lavras*. V.26, n.5, p.1027-1034, 2002.

MARI, J. L. e NUSSIO, G. L. **O método Penn State Particle Size Separator para a predição do tamanho de partículas de silagens**. [s/l], 2002.

MARTINS G. A.; FONSECA, J. S. **Curso de Estatística**. São Paulo: editora Atlas, 1998.

MARTINS. S. S.. **Avicultura de Postura: Situação e Perspectivas**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 2008.

MASSOCHIN, A. **O Programa de Eletrificação Rural CLIC Rural, Seus Efeitos e Implicações na Região Oeste do Paraná 20 Anos Depois**. Cascavel, 2006.

MATEUS, F. O; BRAME, F. R. G; ROSS, J; THOMÉ, M. R. V.; OLIVIERI, M. M. A. **Empregando a Energia Elétrica para Fins Produtivos e Promovendo o Desenvolvimento Sustentável no Meio Rural Brasileiro**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2005.

MATTOS, R; VILANOVA, M. R. N; WERDINE, D. **Eficiência energética e Conservação de energia no Meio Rural: Manual Prático**. ELETROBRAS PROCEL: Rio de Janeiro, 2011.

MI - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Apresentação do Seminário Nacional de Agricultura Irrigada e Desenvolvimento Sustentável**. <http://www.mi.gov.br/infraestruturahidrica/eventos/irrigacao/index.asp#cima>. Consultado em: 10/05/2012.

MLODINOW, L. **O Andar do Bêbado**. Rio de Janeiro: editora Zahar, 2008.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética - CGIEE**. [s/d], [s/l]. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/mme/menu/conselhos\\_comite/CGIEE.html](http://www.mme.gov.br/mme/menu/conselhos_comite/CGIEE.html). Acessado em: 07/08/2012.

Mourão Jr., C. A. **Questões em Bioestatística: o Tamanho da Amostra**. Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais, v. 1, n. 1, p. 26 - 28. [s/l], 2009.

**NATURAL RESOURCES CANADA**. [s/l], [s/d]. Disponível em: <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/appliances/2007/8929>. Acessado em: 14/05/2012.

NASCIMENTO, M. V., GIANNINI, M. *et alii*. **Programa de Eletrificação Rural "Luz no Campo" e a Avaliação no Estado do Mato Grosso/CEMAT: Caso Piloto**. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Energia, Vol. II, pp. 701-710, 2002.

OLIVEIRA, F. E. M. **Estatística e Probabilidade**. São Paulo: editora Atlas, 1999.

OLIVEIRA, P. A.; SIMON, E. J. **O Consumo de Energia Elétrica Produtiva e o Valor Produção Agropecuária na Região de Botucatu**. In: Anais do 5º Encontro de Energia no Meio Rural, 2004.

PARLAMENTO EUROPEU. **PE Debate Rotulagem de Produtos em Função da Respectiva Eficiência Energética**. Disponível em: < <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM-PRESS+20080125STO19642+0+DOC+XML+V0//PT>> Acessado em: 14/05/2012

PSAE. **Philippine Society of Agricultural Engineers**. [s/l], [s/d] Disponível em <<http://psae.net/wp/>>. Acessado em: 07/08/2012.

\_\_\_\_\_. **PAES - Philippine Agricultural Engineering Standard 218:2004. Agricultural Machinery – Forage Chopper – Specifications**. [s/l], 2004a Disponível em: <<http://www.pcarrd.dost.gov.ph/CIN/agmachin/resources/PAES/postharvest/PAES%20218-2004.pdf>>. Acessado em: 07/08/2012.

\_\_\_\_\_. **PAES - Philippine Agricultural Engineering Standard 219:2004. Agricultural Machinery – Forage Chopper – Methods of Test**. [s/l], 2004b. Disponível em: < <http://www.pcarrd.dost.gov.ph/CIN/agmachin/resources/PAES/postharvest/PAES%20219-2004.pdf>>. Acessado em: 07/08/2012.

PAULINO, E. T.; KRÜGER, C. R. **Agricultura Empresarial e Produção Camponesa no Contexto das Disputas Territoriais Recentes: o Caso Paranaense**. Maringá: Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, 2010.

PEREIRA, S. *et alii*. Eficiência Energética de Equipamentos Eletrorrurais. **Anais do 4º Encontro sobre Energia no Meio Rural**. Campinas, 2002. Disponível em: <[www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0061.pdf](http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0061.pdf)>. Consultado em 17/07/2010.

**PRATICAL ENERGY ALTERNATIVE**. Disponível em: < <http://practicalenergyalternatives.com/solar/solar-heating/solar-water-heater/potential-savings/>> Acessado em: 14/05/2012.

RAJAN, G. G. **Optimizing Energy Efficiencies in Industry**. McGraw-Hill Professional, 2002.

RIPPEL, R.; LIMA, J. F.; ALVES, L. R.; PIACENTI, C. A. **Notas Sobre a Localização da População Urbana e Rural no Oeste Paranaense: Uma Análise de 1970 a 2000**. Caxambu: XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2006

ROSSI, L. A. **Caracterização de Tecnologias de Produção Agrícola em Propriedades Rurais na área de Concessão da CPFL Piratininga**. Campinas: Agrológica Projetos e Consultoria, Projeto AGROTEC, 2004.

SANTOS, B. S. **Um Discurso sobre as Ciências**. Porto: Edições Afrontamento, 1999.

SANTOS, M. A. **Análise de Posse de Equipamentos Elétricos no Meio Rural: Estudo de Caso nas Terras Altas da Mantiqueira**. Monografia (Latu Sensu) do Curso de Especialização em Uso Racional de Energia - CEURE. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2010.

SANTOS, M. A. *et alii*, **Análise de Posse de Equipamentos Elétricos no Meio Rural: Estudo de Caso nas Terras Altas da Mantiqueira**. In: Anais do AGRENER GD 2010 - 8º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. Campinas, 2010.

SEBATIÃO, L. F. T. **Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Familiar: Avaliação de um Projeto de Intervenção**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.

SILVA, C. R. L. **Exportações Agrícolas Brasileiras: o Paradoxo do Sucesso**. In: Anais XLIV Congresso da Sober. Fortaleza, 2006.

SOUSA, R. S. **Sistema de Produção de Leite a Pasto**. [s/l], [s/d] Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/artigos/artigo31.htm>. Consultado em 12/08/2010.

SOUZA, L. H. **Avaliação da demanda energética e níveis de ruído em picadoras de forragem tipo Desintegrador/Picador/Moedor (DPM)**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.

TEIXEIRA, J. C. **Modernização da Agricultura no Brasil: Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Três Lagoas. Três Lagoas/MS, V 2 - n.º 2 - ano 2, 2005.

THUMANN, A. **Handbook of Energy Audits: Sixth Edition**. Fairmont Press, 2003.

VILAS BOAS, L. A. **Eficiência energética de uma picadora de forragens em função do estado das facas e da utilização de motor diesel e elétrico**. Dissertação de Mestrado. UFLA: Lavras, 2010.

VILANOVA, M. R. N. et alii. **Concepção e Desenvolvimento do Projeto Piloto de Conservação de Energia no Meio Rural: Estudo de Caso nas Terras Altas da Mantiqueira**. In: Anais do IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010 e XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010. Vitória, 2010.

West, B. and Zhou, B. X., **Did chickens go north? New Evidence for Domestication**. World's Poultry Science Journal, 45, 205-218, 1989.

## **Anexo A: questionário utilizado nos levantamentos de campo**

A seguir é apresentado o questionário, desenvolvido pelas equipes da Fundação ROGE, ELETROBRAS e UNIFEI, que foi utilizado para as entrevistas e levantamentos nas propriedades rurais pesquisadas.



Ministério de  
Minas e Energia



## QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DO USO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO MEIO RURAL



APLICAÇÃO		
Aplicador:		
Data:	Início:	Término:

**1) IDENTIFICAÇÃO DA PROPRIEDADE :**

Propriedade:		Proprietário:	
Entrevistado :		Cargo:	
Endereço:		Município:	
Bairro:	UF:	Lat.:	Long.:
Área:	INCRA:	Número de Funcionários	
		Reg.	N.Reg.
Fone / Fax:		E-mail:	

**2) PRODUÇÃO ANIMAL:**

Atividade Principal:		Área (ha):
No.total de animais:		No. de animais em produção:
Produto:		Produtividade:
Destino:		Valor unit. (R\$):
Resíduos:	Quant./dia:	Destino:

Atividade 2		Área (ha):
No.total de animais:		No. de animais em produção:
Produto:		Produtividade:
Destino:		Valor unit. (R\$):
Resíduos:	Quant./dia:	Destino:

Atividade 3:		Área (ha):
No.total de animais:		No. de animais em produção:
Produto:		Produtividade:
Destino:		Valor unit. (R\$):
Resíduos:	Quant./dia:	Destino:

**3) PRODUÇÃO VEGETAL:**

Atividade Principal:		Área (ha):
Produto:		Produtividade:
Destino:		Valor unit. (R\$):
Resíduos:	Quant./dia:	Destino:

Atividade 2:		Área (ha):
Produto:		Produtividade:
Destino:		Valor unit. (R\$):
Resíduos:	Quant./dia:	Destino:

Atividade 3:		Área (ha):
Produto:		Produtividade:
Destino:		Valor unit. (R\$):
Resíduos:	Quant./dia:	Destino:

**4) FORNECIMENTO DE ENERGIA**

<b>4.1 Principais características das instalações elétricas</b>		<b>TRAFO:</b>	
Tensão Entrada: (V)	Tensão Saída: (V)	Potência: (KVA)	
Bitola rede principal consumidor:		Número de fios:	
Nº do cliente:		Nº da instalação:	
Categoria:		Tarifa (R\$ / kWh)	
Correção do FP ( ) SIM	Dispositivo:		( ) NÃO

**4.2 Principais problemas com o fornecimento de energia elétrica**

Queima de aparelhos elétricos	Frequente ( )	Raro ( )
Queda de raios:	Frequente ( )	Raro ( )
Queda de postes e/ou fios:	Frequente ( )	Raro ( )
Problemas no transformador:	Frequente ( )	Raro ( )
Curto-circuitos:	Frequente ( )	Raro ( )

A capacidade instalada atende às necessidades da propriedade?

1. ( ) Sim      2. Não ( )      3. ( ) Não sabe

## 5) CONSUMO DE ENERGIA

5.1 Consumo mensal de Energia Elétrica e indicadores de qualidade			
Mês / ano	Consumo Horário Ponta (HP) - kWh		Consumo Fora do Horário Ponta (FHP) - kWh
JAN/09			
FEV/09			
MAR/09			
ABR/09			
MAI/09			
JUN/09			
JUL/09			
AGO/08			
SET/08			
OUT/08			
NOV/08			
DEZ/08			
	<b>Total HP:</b>		<b>Total FHP:</b>
Mês: Ago/09	<b>DIC</b>	<b>FIC</b>	<b>DMIC</b>
<b>Apurado</b>			
<b>Permitido</b>			

5.2 Consumo de outras fontes de energia		
FONTE	CONSUMO MENSAL	CONSUMO ANUAL
Óleo Diesel (L)		
Óleo vegetal (L)		
Gasolina (L)		
Álcool (L)		
GLP (kg)		
Lenha (m <sup>3</sup> )		
Mês / ano		
Óleo Diesel (L)		
Óleo vegetal (L)		
Gasolina (L)		
Álcool (L)		
GLP (kg)		
Lenha (m <sup>3</sup> )		
Obs. :		

## 6) EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

### 6.1) Equipamentos de uso residencial

Equipamento	Potência (kW)	Quant.	Uso (h/mês)	Consumo (kWh)/mês
Geladeira 1 pt.				
Geladeira 2 pt.				
Televisor				
Aparelho de som				
Ventilador mesa				
Ventilador teto				
Lava-roupas				
Bomba hidráulica				
Chuveiro elétrico				
Freezer				
Forno elétrico				
Forno micro-ondas				
Ferro elétrico				
Computador				
Chuveiro a gás				
Frigobar				
Lâmpadas				
<b>Consumo Total Mensal (kWh)</b>				

**6.2) Lâmpadas de uso geral: vias de acesso / pátios / locais de uso comum**

<b>Lâmpada</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Quant.</b>	<b>Uso (h/mês)</b>	<b>Consumo (kWh)/mês</b>
<b>Consumo Total Mensal (kWh)</b>				

### 6.3) Equipamento de Produção

<b>Equipamento :</b>		
Fabricante:		Modelo / ano:
Produtividade:		Consumo de energia:
<b>Manutenção</b>	Atende (A)	Não atende (NA)
<b>Instalações elétricas</b>		
Fiação (mm <sup>2</sup> ):		Proteção:
Acionamento:		Funcionamento (h/dia):
<b>Local de funcionamento</b>	Atende (A)	Não atende (NA)
Iluminação		
Ventilação		
Umidade		
Poeira		
Acesso a manutenção		
<b>Operador</b>		
Escolaridade:		
EPIs:		

#### OBS:

--

## 7) Instalações Rurais

<b>GALPÃO 1</b>	<b>Atividade:</b>	
Número de Lâmpadas:		Tipo:
Altura:		Funcionamento (h/mês):
Potência (W)		Consumo (kWh/mês)
<b>Instalações elétricas</b>		
Fiação principal (mm <sup>2</sup> ):		Ramais (mm <sup>2</sup> ):
Acionamento:		Proteção:

<b>GALPÃO 2</b>	<b>Atividade:</b>	
Número de Lâmpadas:		Tipo:
Altura:		Funcionamento (h/mês):
Potência (W)		Consumo (kWh/mês)
<b>Instalações elétricas</b>		
Fiação principal (mm <sup>2</sup> ):		Ramais (mm <sup>2</sup> ):
Acionamento:		Proteção:

<b>GALPÃO 3</b>	<b>Atividade:</b>	
Número de Lâmpadas:		Tipo:
Altura:		Funcionamento (h/mês):
Potência (W)		Consumo (kWh/mês)
<b>Instalações elétricas</b>		
Fiação principal (mm <sup>2</sup> ):		Ramais (mm <sup>2</sup> ):
Acionamento:		Proteção:

OBS:

## 8) EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

8.1) Conhece os benefícios da economia de energia ?

( ) Sim ( ) Não

Se Sim, indique o principal benefício:

( ) Economizar de dinheiro

( ) Reduzir impactos ambientais

( ) Postergar investimentos do governo

( ) \_\_\_\_\_

8.2) Tem conhecimento do horário de pico de consumo de energia?

Sim  Não

**8.3)** Tem conhecimento do aumento de consumo de energia devido a instalações precárias na rede elétrica?

Sim  Não

**8.4)** Conhece o selo PROCEL?

Sim  Não

**8.5)** Sabe o que o selo representa

Sim  Não

**8.6)** De uma forma geral, quando um novo equipamento vai ser adquirido, é feita uma avaliação dos gastos com seu consumo de energia ao longo de sua vida útil?

Sim  Não  Não sabe

**8.7)** Existe a intenção de melhorar a eficiência energética da propriedade?

Sim  Não  Não sabe

**8.8)** Caso haja a intenção, classifique os motivos de acordo com a sua importância. (enumere de 1 a 5)

Motivos	Importância
Aumento da produtividade	
Economia de energia	
Diminuição de custos	
Diminuição do impacto ambiental	
Melhoria da qualidade do produto	
Outros	

**8.9)** Se as ações desenvolvidas para a melhoria da eficiência energética da propriedade demandarem recursos financeiros, qual seria a sua fonte?

Próprios  Financiamento