

RESUMO

Com o objetivo de estudar o consumo de energia elétrica no meio rural da região atendida pela Cooperativa de Eletrificação Rural do Vale do Rio Grande, sediada em Lavras, foram preenchidos 60 questionários, correspondendo a 15% das propriedades estratificadas em 4 classes, de acordo com a potência instalada (5, 10, 15 e maior que 15 KVA).

As linhas representativas de consumo médio mensal de janeiro a dezembro e do consumo médio anual de 1969 a 1976, partindo da classe I até a classe IV, se sobrepuseram, mostrando que, quanto maior a potência instalada, maior o consumo, com picos de consumo nos meses de setembro/outubro. O gráfico de consumo médio mensal permitiu concluir que nas classes de maior consumo, este é influenciado pelas atividades fora de casa. Para todas as classes, após um ano de maior consumo, seguiu-se um ano de menor consumo e não houve tendência a aumentar o consumo de 1969 a 1976. Verificou-se uma correlação significativa entre potência instalada e área média das propriedades de cada classe e entre potência instalada e consumo médio anual, para todos os anos de 1969 a 1976. Para cada KVA instalado houve um aumento de 247,4 KWh no consumo. Considerando-se área média e consumo médio das propriedades de cada classe, houve correlação significativa entre área e consumo e para cada hectare de aumento na propriedade há um aumento de 4,8 KWh (dados de 1969 a 1974) ou 5,2 KWh (dados de 1974) no consumo. Considerando-se área da propriedade e consumo por proprietário, sem se preocupar com classe, há correlação significativa entre consumo e área ($Y_i = 2421,7 + 4,7 X_i$) e fazendo-se este estudo para cada classe, apenas na classe I houve correlação significativa entre consumo e área ($Y_i = 1360,8 + 3,8 X_i$), resultado contrário à afirmativa anterior de que o consumo é mais influenciado pelas atividades fora de casa nas classes de maior consumo. Considerando-se as classes estratificadas por área e não por potência instalada, houve correlação significativa entre consumo médio e área média de cada classe ($Y_i = 2087,2 + 5,8 X_i$), mas dentro de cada classe não foi encontrada correlação significativa para nenhuma classe.

SUMMARY

The main objective of this research was to study the electricity consumption in the region comprised by the "Cooperativa de Eletrificação Rural do Vale do Rio Grande - CERVARIG" - with its headquarter in Lavras. The sample were 60 farmers (15% of the universe) interviewed directly through the survey method and

- (*) Trabalho financiado pelo Grupo Executivo de Eletrificação Rural de Cooperativas - GERR
- (**) Prof. Assistente do Departamento de Ciências Exatas - DCE - da Escola Superior de Agricultura de Lavras - MG - ESAL
- (***) Professor Titular do Departamento de Ciências Exatas - DCE - da Escola Superior de Agricultura de Lavras - MG - ESAL.

these farmers were divided into four classes (I to IV) according to the installed power as such: 5, 10, 15 and above 15 KVA.

The monthly average consumption from January to December and the annual average consumption from 1969 to 1976 for all classes showed that the greater the installed power the greater the consumption with higher consumption during September and October. It was concluded that in classes with higher consumption considering the monthly average consumption, this consumption was more due to activities outside home. For all classes it was observed that a year of high consumption was followed by one of small consumption and, there was no tendency to increase the consumption during the period from 1969 to 1976. It was verified a positive correlation between installed power and annual average consumption for all years from 1969 to 1976. For every installed KVA there was an increase of 247,4 KWhr in consumption. There was a positive correlation between farm average area and average consumption by farm; for every increase of one hectare in the size of the farm there was a correspondent increase of 4.8 KWhr in consumption (period from 1969 to 1976) or 5.2 KWhr (period of 1974 only). Taking into account farm size and farmer consumption, there is a positive correlation which can be explained by the equation $Y = 2421.7 + 4.7 X$, considering all classes jointly. Considering each class independently this correlation was only true for class I ($Y = 1360.8 + 3.8 X$), which contradicts the preceding statement that consumption is more affected by activities outside home in classes with higher consumption. If we take into consideration classes according to area, instead of classes by installed power, there is a positive correlation between average consumption and average farm size for each class ($Y = 2087.2 + 5.8 X$), however this is not true inside classes.

1. INTRODUÇÃO

Há 12 anos, a capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil era de 7 milhões e 500 mil KW, em 1976 era de 20 milhões de KW e em 1980, acredita-se numa capacidade superior a 30 milhões de KW. O potencial hidráulico do Brasil é avaliado entre 150 e 200 milhões de KW.

Reconhecendo o excelente potencial hidráulico do País, o governo brasileiro tem procurado incrementar cada vez mais a utilização de nossos rios, com a construção de diversas usinas hidroelétricas, bem como desenvolver uma tecnologia referente às usinas nucleares. Uma maior capacidade de geração deve estar associada a uma maior e melhor utilização da energia elétrica, nos diversos campos de atividade. Para assimilar e melhor aproveitar tal capacidade, devemos dispôr de pessoal devidamente capacitado nos diferentes níveis de conhecimento e aplicações da energia elétrica no País, entre as quais, as aplicações da energia elétrica para o desenvolvimento das atividades no meio rural.

Analisando o desenvolvimento da energia elétrica em diversos países, observa-se que vários fatores levam a uma sub-utilização da capacidade instalada. Assim é que, em 1968, a América Latina apresentava um índice de 3725 KWh/KW.ano os Estados Unidos da América do Norte 4630 KWh/KW.ano e o Japão 4900 KWh/KW.ano. Até então, pode-se dizer que somente os grandes núcleos populacionais se têm beneficiado das inúmeras aplicações da energia elétrica, pois a percentagem de propriedades rurais eletrificadas não atinge a 8%. O meio rural representa, assim, uma opção importante para as aplicações da energia elétrica.

Entretanto, a Eletrificação Rural não consiste somente em levar a energia elétrica a um grande número de propriedades rurais, mas inclui, também, uma adequada orientação ao proprietário rural, ensinando-o a utilizar corretamente a energia elétrica. Isto só se consegue através de estudos como o que se propõe o presente trabalho, cujo objetivo é estudar o consumo da energia elétrica no meio

rural da região atendida pela Cooperativa de Eletrificação Rural do Vale do Rio Grande - CERVARIG - sediada em Lavras, Sul de Minas, compreendendo tais estudos os seguintes itens:

- Consumo médio mensal
- Consumo médio anual
- Correlação entre área da propriedade e potência instalada
- Correlação entre potência instalada e consumo
- Correlação entre área da propriedade e consumo

2. MATERIAL E MÉTODO

Inicialmente, foi feito um levantamento cadastral das propriedades eletrificadas pela Cooperativa de Eletrificação Rural do Vale do Rio Grande - CERVARIG - estratificadas de acordo com a potência elétrica instalada (KVA), conforme o Quadro 1. Como potência elétrica instalada é uma variável discreta, o cálculo da amostragem foi feito considerando-se 15% do universo. Os questionários foram elaborados, testados convenientemente e preenchidos através de entrevista direta (método Survey) após sorteio dos proprietários. A seguir, os questionários foram tabulados e analisados de modo a atender os objetivos da pesquisa.

QUADRO 1 - Amostragem baseada no Levantamento feito na CERVARIG - ano 1974

Denominação	CLASSES KVA	Proprietários - Nº	Amostragem - 15%
I	5	113	17
II	10	173	26
III	15	67	10
IV	Maior que 15	47	07
TOTAL		400	60

A CERVARIG, sediada em Lavras, Sul de Minas (Figura 1), atende também os municípios vizinhos de Nepomuceno, Itumirim, Perdões, Ijaci, Bom Sucesso, Itutinga, Ingaí, Carrancas, Santo Antônio do Amparo, São Vicente de Minas e Bom Jardim num raio de aproximadamente 100 km. Pelas características dos municípios estudados, acredita-se ser a região atendida pela CERVARIG bastante representativa do Sul de Minas.

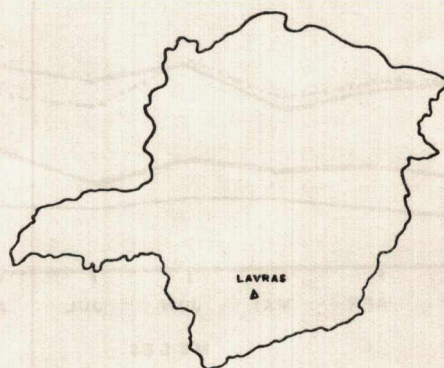


FIGURA 1 - Localização do município de Lavras no estado de Minas Gerais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Consumo Médio Mensal

Com o objetivo de estudar o consumo médio mensal por proprietário, de 1969 a 1976, foi elaborado o Quadro 2.

Com os dados do Quadro 2, foi construída a Figura 2. Analisando-se a referida Figura, nota-se que as linhas representativas de cada classe se sobrepõem, partindo da classe I até a classe IV. Isto mostra que, quanto maior a potência instalada, maior o consumo, o que era de se esperar. A diferença entre a classe I e a classe II é pequena, pois as linhas estão bem próximas. Esta diferença é maior entre as classes II e III e bastante significativa entre as classes III e IV. As 4 linhas representativas das 4 classes sofrem praticamente as mesmas variações de janeiro a dezembro, apresentando pontos de maior consumo em setembro e outubro. Tais picos de consumo devem estar relacionados com um aumento das atividades agrícolas nesse período. As linhas representativas das classes I e II sofrem poucas variações de janeiro a dezembro. Essas variações são maiores na classe III e bem visíveis na classe IV, principalmente o pico de consumo. Isto mostra que nas propriedades com maior potência instalada o consumo é devido às atividades dentro de casa tende a ser constante durante o ano.

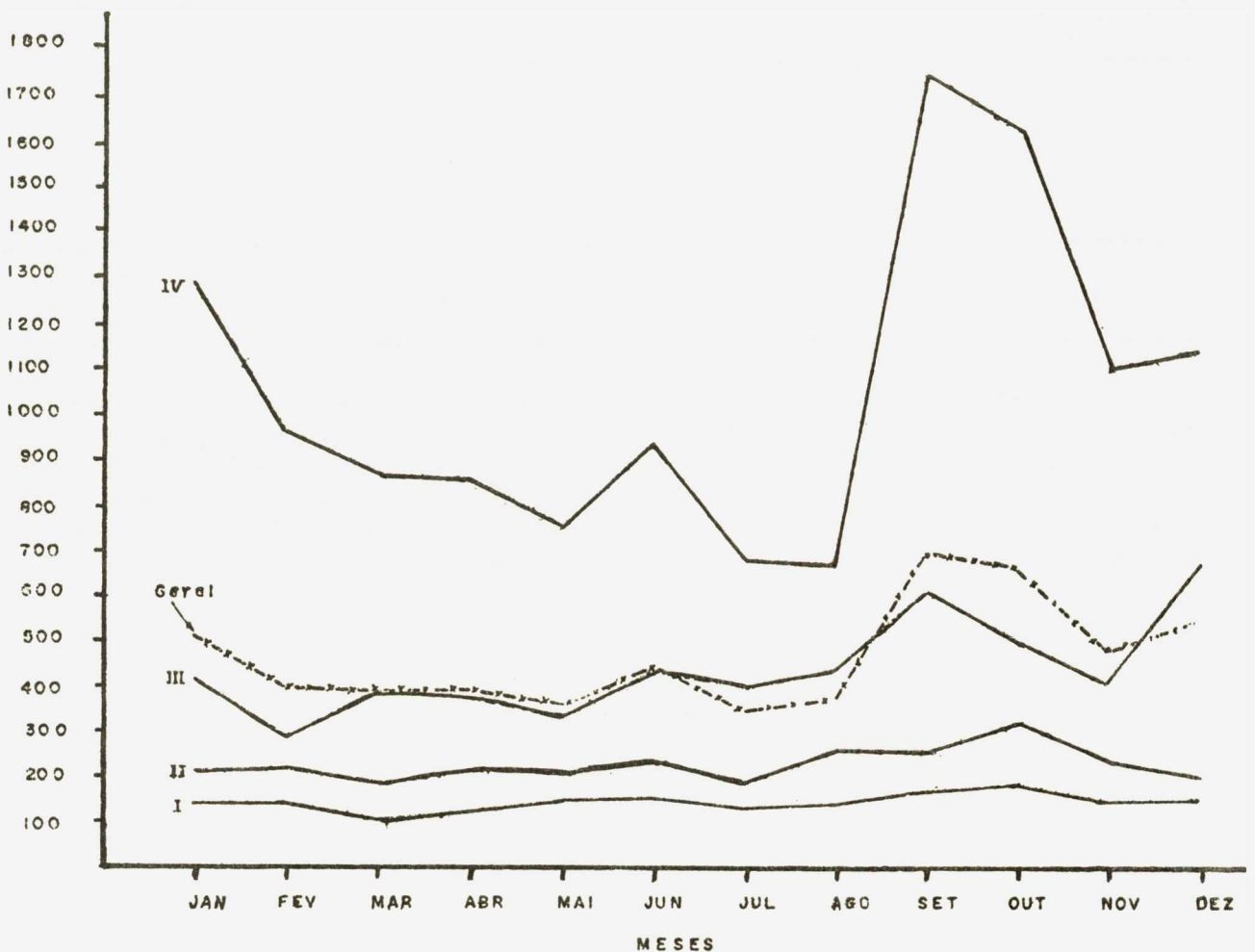


FIGURA 2 - Consumo médio mensal por proprietário (KWh) calculado com os dados de 1969 à 1976.

QUADRO 2 - Consumo Médio Mensal por Proprietário - KWh - Calculado com os Dados de 1969 a 1976

CLASSES	M E S E S											
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
I	139	141	103	122	148	152	128	139	169	185	147	154
II	212	218	186	215	209	231	191	258	257	323	237	198
III	414	287	390	376	333	434	399	439	614	499	407	665
IV	1280	956	863	854	748	936	672	665	1746	1623	1105	1147
GERAL	511	400	386	392	360	438	348	375	697	658	474	541

3.2. Consumo Médio Anual

Com o objetivo de estudar o consumo médio anual por proprietário, de 1969 a 1976, foi elaborado o Quadro 3.

Com os dados do Quadro 3, foi construído a Figura 3. Analisando-se o referido gráfico, observa-se que as linhas representativas de cada classe se sobrepõem, partindo da classe I até a classe IV, o que também foi observado para consumo médio mensal (Figura 1). A explicação lógica é que, quanto maior a potência instalada, maior o consumo. Outro fato observado é que, para todas as classes, após um ano de menor consumo, segue-se um ano de maior consumo, o que ficou nitidamente evidenciado na linha representativa das 4 classes (geral). Tal fenômeno, de difícil explicação, poderia ser estudado em outro trabalho, procurando mostrar, para o período estudado, quais as variáveis que teriam influenciado na variação do consumo como, por exemplo, características de cada ano agrícola, preço dos produtos agrícolas. Pode-se observar, ainda, que durante o período estudado não houve tendência a aumentar o consumo de 1969 a 1976 e que, pela média geral representativa das 4 classes, a amplitude de variação do consumo foi de apenas 1102 KWh (3720-2628). Isto mostra que os proprietários estão mantendo o consumo desde a instalação da energia elétrica na fazenda, até o ano de 1976. Tal fato é contrário ao que se espera de um programa de eletrificação rural, pois o consumo deve aumentar no decorrer dos anos, devido a um gradativo aumento das atividades agrícolas que utilizam a energia elétrica, incluindo as atividades dentro de casa e fora de casa.

Em 1976 o consumo médio anual por proprietário, encontrado no presente trabalho, foi de 3445 KWh e considerando os anos de 1969 a 1976, a média foi de 3231 KWh. A Eletrificação Rural de Minas Gerais S.A - ERMIG (Eletrificação Rural de Minas Gerais, 1973) em um estudo feito em diversas Cooperativas de Minas Gerais, encontrou um consumo médio anual por consumidor variando de 1152 KWh (Cooperativa de menor consumo) a 3420 KWh (Cooperativa de maior consumo) e para a CERVARIG foi encontrado um consumo de 2604 KWh. Nos Estados Unidos, em 1963 o consumo médio anual por proprietário era de 4800 KWh. (Eletrorural, 1978).

QUADRO 3 - Consumo Médio Anual por Proprietário - KWh - de 1969 a 1976

ANOS E CLASSES	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	GERAL
I	1263	1961	1612	1876	1556	1710	1495	1960	1660
II	2191	2304	2875	3567	2207	3184	2670	3777	2811
III	3434	4279	4103	4890	3165	4963	4059	4202	4118
IV	10146	12884	5153	7064	6116	8463	6823	5419	7817
GERAL	3148	3635	2933	3589	2628	3730	2861	3445	3231

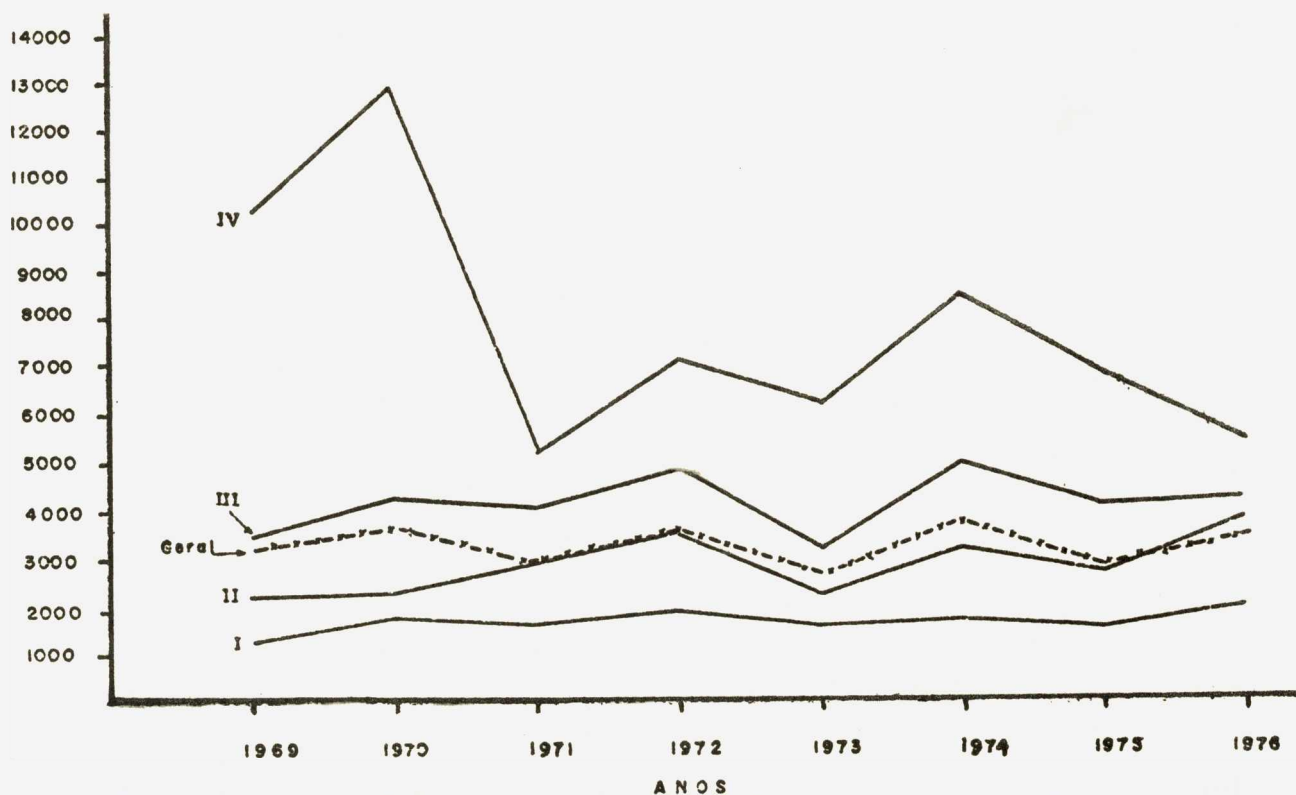


FIGURA 3 - Consumo médio anual por proprietário (KWh) de 1969 à 1976.

3.3. Correlação entre Área da Propriedade e Potência Instalada

De uma maneira geral, quanto maior a área da propriedade, maior deve ser a potência elétrica instalada. Buscando comprovar tal fato, foi feito um estudo de correlação, considerando-se as áreas médias das propriedades de cada classe, especificadas no Quadro 4.

QUADRO 4 - Área Média das Propriedades de cada Classe e Potência Instalada, baseado no Levantamento feito em 1974

Potência Instalada - KVA	Área Média - ha
5	84,4
10	205,9
15	435,0
30	1300,0

A equação de regressão encontrada foi:

$$\hat{Y}_i = 5,1200 + 0,0195 X_i \quad (r = 0,99^{**})$$

sendo \hat{Y}_i a potência instalada estimada e X_i a área das propriedades. Tal resultado comprova a hipótese de que, quanto maior a área da propriedade, maior a potência instalada.

3.4. Correlação entre Potência Instalada e Consumo

Com os dados do Quadro 3, foi feito um estudo de regressão, entre potência instalada (X_i) e consumo médio anual (Y_i), para os anos de 1969 a 1976, obtendo-se os resultados mostrados no Quadro 5.

Nota-se que, para todos os anos, houve correlação significativa entre potência instalada e consumo médio. Verifica-se, pelo Quadro 5, que o coeficiente de regressão (mede a variação do consumo para cada KVA instalado) variou sensivelmente nos diversos anos estudados, passando de determinado valor em 1969 para um maior valor em 1970, diminuindo novamente em 1971, e assim sucessivamente com ligeira discrepância em 1976. Isto mostra, logicamente, que para um ano de maior consumo, a variação na potência instalada afeta mais a variação do consumo. Esta variação dos coeficientes de regressão está concordando com a variação no consumo discutida no item 3.2. Para cada KVA instalado, observou-se, em média, considerando todos os anos estudados (resultado geral no Quadro 5), um aumento de 247,4 KWh no consumo médio anual por proprietário.

QUADRO 5 - Correlação entre Potência Instalada - KVA - e Consumo Médio Anual - KWh - de 1969 a 1976

ANO	Equação de Regressão	Coefficiente de Correlação (r)	Nível de Significância
1979	$\hat{Y}_i = - 1253,1 + 367,4 X_i$	0,986*	5%
1979	$\hat{Y}_i = - 1727,1 + 468,9 X_i$	0,980*	5%
1971	$\hat{Y}_i = 1430,4 + 133,7 X_i$	0,943 ⁺	10%
1972	$\hat{Y}_i = 1376,5 + 198,2 X_i$	0,977*	5%
1973	$\hat{Y}_i = 469,1 + 186,1 X_i$	0,998*	1%
1974	$\hat{Y}_i = 554,6 + 268,4 X_i$	0,996*	1%
1975	$\hat{Y}_i = 588,4 + 211,6 X_i$	0,996*	1%
1976	$\hat{Y}_i = 2005,2 + 122,3 X_i$	0,922 ⁺	10%
GERAL	$\hat{Y}_i = 390,1 + 247,4 X_i$	0,999***	0,1%

3.5. Correlação entre Área da Propriedade e Consumo

Com a finalidade de verificar a influência da área da propriedade no consumo, foram feitos os estudos a seguir.

3.5.1. Correlação entre Área Média da Propriedade e Consumo Médio Anual por Proprietário, no Período 1969/1976

Determinou-se, para cada classe, a área média das propriedades e o consumo médio por proprietário, cujos resultados são apresentados no Quadro 6.

QUADRO 6 - Área Média das Propriedades e Consumo Médio Anual por Proprietário, Calculado com os Dados de 1969/1976.

Classes	Área Média - ha	Consumo Médio - KWh
5	84,36	1660
10	205,88	2811
15	435,00	4118
> 15	1300,00	7817

Foi encontrada a seguinte equação de regressão:

$$\hat{Y}_i = 1654,6 + 4,8 X_i \quad (r = 0,99^{**})$$

sendo \hat{Y}_i o consumo médio anual estimado por proprietário e X_i a área da propriedade.

Observa-se que, para cada hectare de aumento na área da propriedade, espera-se um aumento médio de 4,8 KWh no consumo anual.

3.5.2. Correlação entre Área Média da Propriedade e Consumo Médio por Proprietário no Ano de 1974

Devido ao fato do presente estudo ter sido baseado no levantamento realizado em 1974, e em virtude disso não se ter informação de que a área da propriedade fosse a mesma antes ou depois de 1974, calculou-se a correlação, observando-se dados apenas do ano de 1974, os quais são mostrados no Quadro 7.

QUADRO 7 - Área Média das Propriedades e Consumo Médio por Proprietário para o ano de 1974

Classes	Área Média - ha	Consumo Médio - KWh
5	84,36	1710
10	205,88	3184
15	435,00	4963
> 15	1300,00	8463

A equação de regressão encontrada foi:

$$\hat{Y}_i = 1954,1 + 5,2 X_i \quad (r = 0,98^*)$$

sendo \hat{Y}_i o consumo médio estimado por proprietário e X_i a área da propriedade, a qual nos fornece praticamente a mesma informação da equação anterior.

3.5.3. Correlação entre Área da Propriedade e Consumo por Proprietário, para o Ano de 1974

Com a finalidade de verificar melhor a influência da área da propriedade no consumo, foi feito um estudo correlacionando a área da propriedade com o consumo, em 1974. Inicialmente, foi calculada a correlação sem se preocupar com a

classe a que o cooperado pertencia (correlação geral), obtendo-se a equação:

$$\hat{Y}_i = 2421,7 + 4,7 X_i \quad (r = 0,43^{**})$$

sendo \hat{Y}_i o consumo estimado por proprietário e X_i a área da propriedade, a qual nos mostra que, para cada hectare de aumento na propriedade, espera-se um aumento médio de 4,7 KWh no consumo anual, resultado muito próximo dos obtidos anteriormente (3.5.1. e 3.5.2.).

A seguir, foi calculada a correlação entre a área da propriedade e o consumo em 1974, para cada classe, chegando-se à conclusão de que apenas a classe I teve seu consumo afetado pela área da propriedade, obtendo-se a equação:

$$\hat{Y}_i = 1360,8 + 3,8 X_i \quad (r = 0,81^{**})$$

sendo \hat{Y}_i o consumo estimado por proprietário e X_i a área da propriedade, a qual nos mostra que, para cada hectare de aumento na propriedade, espera-se um aumento médio de 3,8 KWh no consumo, resultado este inferior aos obtidos anteriormente. A correlação significativa entre área e consumo para a classe I, nos pode levar a concluir que as atividades fora de casa estão afetando o consumo, conclusão contrária à obtida por VIEIRA & ANDRADE (1979) e no item 3.1. do presente estudo.

Buscando uma melhor explicação de tais resultados, os proprietários foram agrupados em classes por área e não por potência instalada, conforme o Quadro 8.

QUADRO 8 - Área Média das Propriedades e Consumo Médio por Proprietário, baseado na Estratificação por Área, Ano 1974

Classes - ha	Área Média - ha	Consumo Médio - KWh
10 - 60	37,8	1510
61 - 200	132,4	3381
201 - 400	250,2	3960
> 400	1010,0	7826

Com os dados do Quadro 8, foi calculada a seguinte equação de regressão:

$$\hat{Y}_i = 2087,2 + 5,8 X_i \quad (r = 0,97^*)$$

sendo \hat{Y}_i o consumo estimado por proprietário e X_i a área da propriedade. Os coeficientes desta equação são próximos aos coeficientes das equações encontradas e considerando-se as classes em KVA instalado (3.5.1, 3.5.2. e 3.5.3). Buscando mostrar o que acontece dentro de cada classe, não foi encontrada correlação significativa entre área da propriedade e consumo, para nenhuma classe, com uma ligeira tendência de correlação na classe IV, porém não significativa. Acreditando ser a estratificação por área e não por potência instalada, a mais correta, para o referido estudo, os resultados obtidos são mais condizentes. Embora se acreditando que, quanto maior a área da propriedade, maior deve ser o consumo, devido a uma maior diversificação e aumento das atividades agrícolas (maiores áreas de plantio, maior número de animais etc.) isto não foi comprovado dentro de cada classe, mas sim, considerando-se as médias das classes. Sugerimos a condução de outros trabalhos, buscando uma melhor explicação para a relação entre área e consumo.

4. CONCLUSÕES

Quanto maior a potência instalada, maior o consumo e maior a área das

propriedades. Nas propriedades com maior potência instalada, o consumo é mais influenciado pelas atividades fora de casa.

Não houve tendência a aumentar o consumo de 1969 a 1976, fato contrário ao que se espera de um programa de eletrificação rural. Após um ano de maior consumo, seguiu-se um ano de menor consumo, fato que não pôde ser explicado nas condições do trabalho.

Para o ano de 1974, considerando-se o estudo de correlação entre área da propriedade e consumo por proprietário, para cada classe, apenas na classe I o consumo é afetado pelas atividades fora de casa, conclusão contrária a outra de se trabalho, que diz ser o consumo afetado pelas atividades fora de casa nas propriedades com maior potência instalada ou com maior área ou com maior consumo.

6. AGRADECIMENTOS

- Ao Grupo Executivo de Eletrificação Rural de Cooperativas - GEER
- À Cooperativa de Eletrificação Rural do Vale do Rio Grande - CERVARIG
- Aos Professores Gilnei de Souza Duarte e Ruben Delly Veiga, do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- Aos Monitores Augusto Ramalho de Moraes, Manoel Alves e Joel Augusto Muniz, do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

LITERATURA CITADA

- COM, o poder de dois ministérios. *Eletricidade Moderna*, São Paulo, (35): 18:19, des. 1975.
- ELETRIFICAÇÃO rural I. *Mundo Eletrico*, São Paulo, 19(219): 1-74. dez. 1977.
- ELETRIFICAÇÃO RURAL DE MINAS GERAIS. *Estudo retrospectivo de eletrificação Rural em Minas Gerais*. Belo Horizonte, CEMIG, 1973, 34 p.
- ELETRIFICAÇÃO rural, tarefa prioritária. In: *Energia Elétrica*. Rio de Janeiro, Assessoria de Comunicação de Eletrobrás, p. 2-3 1976.
- MORALES, C.F., et alii. Relação das contribuições aos temas oficiais selecionados e apreciados pelas respectivas comissões técnicas. In: 4ª CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL, Belo Horizonte, 47 p. 1971.
- NEM oito por cento das propriedades rurais brasileiras estão eletrificadas. *Eletrorural*, Brasília, 2(10): 6-9. mar/abr. 1978.
- VIEIRA, O.J. & ANDRADE, D.S. Utilização de eletrodomésticos e de motores no meio rural da região de Lavras-MG. Trabalho apresentado no 9º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1979.