

TIPIFICANDO A DEMANDA POR ELETRIFICAÇÃO RURAL: UMA ANÁLISE EMPÍRICA PARA AS MESORREGIÕES DE MINAS GERAIS[†]

Lívia Aladim Matosinhos
DER/UFV

livia.matosinhos@ufv.br

Marco Aurélio Marques Ferreira
DAD/UFV

marcoarelio@ufv.br

Resumo: O estudo propôs analisar os tipos de demanda por eletrificação rural existentes no estado de Minas Gerais, considerando-se o período entre os anos de 2000 a 2010. O trabalho parte da égide da teoria proposta por Ranganathan (1993), na qual são destacados quatro possíveis papéis que a eletrificação exerce na vida de seus demandantes. Lançou-se mão da análise multivariada de Cluster, de modo a dividir os municípios mineiros quanto a características selecionadas, com foco em questões socioeconômicas. Dentre as principais descobertas, destaca-se a grande heterogeneidade dos municípios mineiros quanto às características socioeconômicas analisadas, confirmando as múltiplas faces dos possíveis benefícios da eletrificação sobre a vida da população rural. Ademais, esta grande diversidade observada poderia guiar a elaboração de políticas de desenvolvimento local, considerando-se o provimento da energia elétrica e as especificidades regionais.

Palavras-Chave: eletrificação rural; Minas Gerais; análise de *cluster*; desenvolvimento rural.

Abstract: We analyzed the different types of rural electrification demand existing in the state of Minas Gerais, Brazil, considering the period between the years 2000 to 2010. The work is based on the aegis of the theory proposed by Ranganathan (1993), in which he highlights four possible roles that rural electrification exercises in the life of its applicants. The multivariate cluster analysis was applied in order to divide the municipalities of Minas Gerais in terms of selected characteristics, focusing on socioeconomic issues. Among the main findings, we highlight the great heterogeneity of Minas Gerais municipalities regarding the socioeconomic characteristics analyzed, confirming the multiple faces of the possible benefits of electrification on the life of rural population. In addition, this great diversity could lead to the elaboration of local development policies, considering the provision of electricity and regional specificities.

Keywords: rural electrification; Minas Gerais state; cluster analysis; rural development.

Código JEL: H41, H53, I38, O13, O18

[†] O(s) autor(es) agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

1. Introdução

O acesso e a utilização da energia elétrica são vistos como fundamentais à vida cotidiana, seja pelo impacto à qualidade de vida, seja por sua influência econômica. Porém, ao contrário do que muitos podem pensar, a energia elétrica ainda não é acessível para um significativo número de pessoas, localizadas em diversas regiões ao redor do globo, com destaque especial para as comunidades rurais de países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. As políticas de eletrificação rural estão incluídas na agenda sócio-política da maioria dos países em desenvolvimento. Ao prover o acesso à eletricidade para comunidades rurais isoladas, os governos de países em desenvolvimento pretendem melhorar a situação econômica e os padrões de vida para a população rural e, com isso, diminuir a disparidade entre rural e urbano (NIEZ, 2010).

No caso Brasileiro, o processo de privatização de empresas estatais do setor elétrico iniciado na década de 1990 pode ser visto como fator preponderante para o aumento da desigualdade de acesso ao fornecimento de energia elétrica entre os meios urbano e rural visto que, sob a ótica econômica, a eletrificação rural não se mostra atrativa para as concessionárias, devido aos altos custos incorridos para atendimento de uma população, em geral, de baixa renda (DE SOUZA; DOS ANJOS, 2007), que apresenta pouca demanda energética e se encontra geograficamente dispersa. Deixadas à livre iniciativa, as distribuidoras certamente restringiriam o oferecimento do serviço aos grandes centros, visando os retornos econômicos à atividade. Deste modo, é plausível afirmar que a presença do Estado, como provedor de subsídios e gestor dos programas de eletrificação rural, facilita a viabilização do atendimento de propriedades rurais e/ou isoladas.

Ao longo do tempo, foram implantados diversos projetos de eletrificação rural no Brasil. A princípio, eram iniciativas de caráter regional que, posteriormente, evoluíram para políticas de abrangência nacional. Todavia, até o final da década de 1990, essas iniciativas não apresentaram resultados satisfatórios. Neste contexto, surge, através do Decreto 4.873 de 11 de novembro de 2003 o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "Luz para Todos" (PLT). Este programa, cujo objetivo principal se funda em extinguir a exclusão elétrica no meio rural prometeu, inicialmente, prover o acesso à energia elétrica a cerca de 10 milhões de pessoas até o ano de 2008. Porém, ao longo da atuação do programa, diante de dados que mostravam um alto número de domicílios isolados no meio rural sem acesso à energia elétrica, prorrogou-se o programa por diversas vezes, aumentando suas metas de abrangência. Atualmente, o prazo de atuação estipulado é até o ano 2018. Informações disponibilizadas no site do programa mostram que até novembro de 2016 3.323.683 famílias, cerca de 15,9 milhões de pessoas, foram beneficiadas pelas ações do PLT.

O caráter dicotômico da eletrificação nos meios rural e urbano brasileiros, anteriormente destacado, é também evidenciado para o estado de Minas Gerais. A partir dos dados expostos na Tabela 1 torna-se visível que, em termos de acesso à energia elétrica, o meio urbano sempre esteve à frente do meio rural no estado de Minas Gerais. Porém, também é possível notar que esta diferença entre os dois meios vem sendo mitigada ao passo que, com o passar dos anos, a proporção de domicílios eletrificados no meio rural vem aumentando desde o ano de 2003.

Tabela 1 – Evolução do acesso à iluminação elétrica em domicílios de Minas Gerais.

Anos	Urbano		Rural	
	Eletrificado	Não-eletrificado	Eletrificado	Não-eletrificado
2001	99,30	0,70	85,15	14,85
2002	99,51	0,49	84,79	15,21
2003	99,63	0,37	86,58	13,42

2004	99,55	0,45	88,24	11,76
2005	99,73	0,27	88,90	11,10
2006	99,69	0,31	91,90	8,10
2007	99,88	0,12	95,10	4,90
2008	99,90	0,10	96,66	3,34
2009	99,85	0,15	95,87	4,13
2011	99,91	0,09	98,97	1,03
2012	99,96	0,04	99,11	0,89
2013	99,93	0,07	99,14	0,86
2014	99,98	0,02	99,15	0,85
2015	99,98	0,02	99,16	0,84

Fonte: Elaboração própria a partir de diversas PNADs. Nota: Valores em percentual.

De acordo com o IBGE, o estado de Minas Gerais é composto por 853 municípios divididos em 12 mesorregiões, distribuídas em 586.521,235 km² de extensão territorial onde, muito semelhante à situação brasileira, nos anos de 2000 e 2010 os percentuais de domicílios rurais registrados eram de aproximadamente 16,7% e 14%, respectivamente. Vale ressaltar a forte heterogeneidade socioeconômica observada entre estas mesorregiões deste estado, o que, conseqüentemente, afeta diretamente a demanda por eletrificação rural percebida entre estas. Acredita-se que os resultados obtidos no caso de Minas Gerais podem servir como *proxy* para o caso brasileiro.

Deve-se deixar claro que esta pesquisa não busca mensurar o impacto que a eletrificação de domicílios rurais pode trazer à vida da população atendida por este serviço. Por outro lado, pretende-se investigar a natureza da demanda por energia elétrica dos municípios de Minas Gerais. Considerando certas características que, em teoria, relacionam o acesso à energia elétrica com o desenvolvimento da população rural, nós buscamos definir grupos homogêneos de municípios, destacando os possíveis papéis da eletrificação em cada um deles.

Há anos, a eletrificação rural vem ocupando lugar de destaque na agenda de pesquisa internacional. Tendo países em desenvolvimento como principal foco de seus estudos, autores analisam diferentes casos no Vietnã (KHANDKER et al., 2008), África do Sul (DAVIS, 1998), Bangladesh (RAHMAN et al., 2013), Quênia (KEMBO, 2013) e Índia (BHATTACHARYYA, 2006; KAMALAPUR; UDAYKUMAR, 2011), por exemplo. No caso brasileiro, também são evidenciados estudos ligados, primordialmente, aos efeitos do processo de eletrificação rural sobre a população beneficiada (PEREIRA, 2011; OLIVEIRA, 2001; SOUZA; SACCO DOS ANJOS, 2007; ECHEVERRY, 2014; MARINHO, 2009). Todavia, não se tem notícia de trabalhos que tenham analisado a focalização do processo de eletrificação rural, como almejado pelo presente estudo.

O estudo das características da demanda por eletrificação rural tem sua importância relacionada à possibilidade da elaboração de um panorama capaz de contrapor a evolução efetiva deste processo com fatores socioeconômicos característicos das diferentes regiões geográficas beneficiadas. Deste modo, possibilita-se uma avaliação primária da evolução da eletrificação quanto a fatores determinantes da demanda por este serviço.

2. Referencial Teórico

2.1. O acesso à energia elétrica e seus potenciais benefícios

Pereira (2011) é categórico ao enfatizar que a energia é indispensável para a sobrevivência humana e seu pleno suprimento a todos os cidadãos é necessário para a garantia do bem-estar social e desenvolvimento econômico de um país. Entretanto, mesmo sendo evidente seu uso como estratégia de desenvolvimento rural, identificar sua contribuição real para a melhoria de

vida de uma população beneficiada por seu acesso se torna uma tarefa difícil, principalmente em países em desenvolvimento que enfrentam uma gama de restrições sociais e econômicas. Mesmo estando cientes de que o acesso à energia elétrica no meio rural não possui o poder de, imediatamente, alterar a situação de pobreza em que se encontra o sujeito rural, Ribeiro e Santos (1994) propõem que são notáveis os impactos deste acesso no modo de vida rural – percebidos em pesquisa realizada com beneficiários do programa Proluz, implementado no Rio Grande do Sul no período de 1990 a 1992. São destacados, dentre diferentes aspectos apresentados por estes autores, impactos positivos na qualidade de vida, na produtividade e no emprego junto à população rural.

Os impactos positivos da eletrificação sobre a qualidade de vida da população rural são derivados do uso de aparelhos eletrodomésticos que facilitam o trabalho domiciliar, da melhoria da saúde e da educação, e do acesso à informação e ao entretenimento através da televisão. No tangente aos impactos sobre a produtividade, destaca-se, principalmente, a questão da irrigação agrícola. Por fim, ressaltam-se também os possíveis impactos sobre o emprego, principalmente no tocante à manutenção do emprego no campo e a consequente minimização do êxodo rural (RIBEIRO; SANTOS, 1994).

Além disso, também são citadas pelo Banco Mundial (2008) possíveis melhoras relacionadas à saúde da população rural, devido à diminuição da poluição causada pelo uso de combustíveis poluentes para cocção de alimentos e geração de luz, maior acesso ao conhecimento por meios de comunicação e melhoras na nutrição familiar devido a este conhecimento adquirido e ao uso de eletrodomésticos para conservação de alimentos; e em um melhor uso do tempo, principalmente no período noturno, nas atividades dentro de casa (como leituras, assistir televisão e, para crianças, elaboração dos deveres de casa) e em sociedade. Ainda de acordo com o Banco Mundial (2008), é observada a existência da relação entre o acesso à energia elétrica e a melhoria das condições de estudo, pois as escolas podem adquirir equipamentos que aprimorem sua infraestrutura e o tempo de estudo em casa pode ser alongado.

Pode-se considerar então, diante de tantas potenciais melhorias socioeconômicas advindas do acesso à energia elétrica, a eletrificação rural como uma externalidade positiva capaz de impulsionar o desenvolvimento de famílias e, por conseguinte, comunidades beneficiadas por este acesso. Ainda sobre seus possíveis impactos, é importante destacar que estes vão além das fronteiras das comunidades rurais beneficiadas, podendo ser utilizados como estímulos à economia – não só local – como um todo. Para isto, necessita-se de um conjunto de políticas e outras ações governamentais ou sociais, capazes de aproveitar os potenciais advindos do desenvolvimento socioeconômico gerado pela eletrificação (OLIVEIRA, 2001).

2.2. A demanda por energia elétrica e os papéis da eletrificação rural

A demanda por eletrificação pode partir de diferentes necessidades relacionadas a questões de segurança, financeiras, pessoais/familiares, de trabalho ou sociais. No caso da eletrificação rural, para Ranganathan (1993), esta demanda pode ser influenciada pelos diferentes papéis que a eletrificação exerce na vida de seus demandantes. Tais papéis podem ser classificados como de *commodity* (mercadoria) para consumo, *input* (insumo) produtivo, infraestrutura de desenvolvimento e bem essencial. Neste sentido, o presente tópico é formulado com base nas construções teóricas do supracitado autor.

Partindo da ideia de eletrificação rural como *commodity*, o autor exalta a necessidade de existência de uma elevada renda *per capita* em localidades interessadas na realização deste processo. Neste sentido, áreas rurais de baixa renda devem aguardar por um futuro desenvolvimento, resultante de outros programas, que as capacite a ter um aumento de renda suficiente para o financiamento da eletrificação rural. Este caso pode ser observado em locais

onde a eletrificação rural é considerada primordialmente como um bem de consumo final e é predominantemente utilizada em domicílios para afazeres domésticos rotineiros, não havendo muita incidência de seu uso para atividades produtivas.

No caso de seu papel como *input* produtivo, ao invés da dependência de um alto nível de renda para sua utilização, percebe-se na eletrificação rural uma característica geradora de renda capaz de superar largamente seus próprios custos ao possibilitar a introdução de equipamentos necessários para o aprimoramento da produção local. Neste sentido, a energia elétrica seria compreendida como um insumo capaz de melhorar os resultados daqueles empreendimentos produtivos já estabelecidos no meio rural.

Baseado em Hirschman (1958), pioneiro na ideologia de que o investimento no capital social (como estradas e eletricidade) seria indutor de investimentos em atividades produtivas, reduzindo potencialmente seu custo de produção, Ranganathan expõe o papel da eletrificação rural como um elemento de infraestrutura. Sob essa ótica, o estabelecimento da eletrificação rural poderia criar as bases necessárias para o investimento direto em atividades produtivas. Além disso, benefícios secundários poderiam surgir, como o aumento da segurança das comunidades rurais pelo provimento de iluminação pública.

Por fim, o papel da eletrificação rural como bem essencial é exercido em regiões pobres, devido ao fato de a eletricidade (assim como água potável, saneamento básico e saúde básica) ser comumente considerada como serviço elementar à população. Para governos de países com menores índices de desenvolvimento, o provimento deste serviço para comunidades rurais é considerado como uma obrigação, sendo geralmente financiado por recursos orçamentários ou pela instituição de subsídios cruzados[‡] pela concessionária para os outros consumidores.

Acredita-se ser possível, através de estudos socioeconômicos regionais, a identificação das necessidades de cada população com relação à eletrificação rural e qual destes papéis seria exercido em cada uma das diferentes regiões beneficiadas por este acesso. Ou seja, características socioeconômicas específicas poderiam guiar diferentes enfoques nos programas de eletrificação rural conduzidos pelo governo, para diferentes níveis regionais considerados. Por exemplo, o PLT que, tendo em vista seu caráter nacional, encara uma vasta gama de regiões geográficas com os mais distintos níveis socioeconômicos.

3. Métodos

Buscando identificar empiricamente os possíveis tipos de demanda por eletrificação rural nos municípios de Minas Gerais, a presente investigação foi conduzida através de uma abordagem de caráter quantitativo. Aplicou-se ferramentas de análise multivariada a dados secundários referentes aos períodos de 2000 e 2010, trabalhando-se no contexto dos domicílios rurais dos municípios mineiros.

Os dados utilizados nesta análise foram coletados nas bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil (PNUD). A tabulação e análise dos dados foram realizadas através de ferramentas estatísticas proporcionadas pelos programas *MS Excel* e *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS)TM.

[‡] Fixação de preços ou instituição de regras/restrições em cobranças de tarifas por parte do governo com a finalidade de evitar lucros excessivos de empresas monopolistas, gerar benefícios a grupos específicos, estimular setores específicos da economia local ou o desenvolvimento de regiões consideradas atrasadas. De modo geral, certa parcela da população subsidia a melhora de condições de outra parcela necessitada através do pagamento de preços mais elevados a bens/serviços que consomem.

Considerando-se o fato de que as cidades que compõem a amostra analisada possuem características distintas, e com a finalidade de identificar semelhanças entre as cidades analisadas quanto a aspectos que, de acordo com a literatura especializada em eletrificação rural, de fato, podem ser alterados pelo acesso à energia elétrica, optou-se por realizar uma análise de *Cluster*. A análise de *Cluster* – também conhecida como análise de agrupamentos ou conglomerados – é um tipo de análise multivariada que divide elementos de uma amostra em grupos homogêneos, onde se objetiva segregar os elementos da amostra de tal forma que sejam formados grupos mais distintos o possível, cujos elementos de cada um deles sejam os mais similares entre si em relação às suas características (MINGOTI, 2005).

Para a composição dos *clusters*, selecionou-se variáveis relacionadas a aspectos socioeconômicos, referentes ao modo de vida da população rural que, de acordo com estudos relacionados à temática da eletrificação rural, podem sofrer modificações positivas a partir do acesso à energia elétrica por famílias que antes não a possuíam, aliados a dados referentes ao acesso deste serviço no meio rural para o ano pesquisado. Estas variáveis encontram-se dispostas na Tabela 1 acompanhadas de suas respectivas descrições e aporte teórico.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas na composição dos *clusters*

Variável	Descrição	Fundamentação Teórica
Domicílios chefiados por mulheres	Percentual dos domicílios rurais chefiados por mulheres, uma proxy para estimação do trabalho feminino no meio rural.	Em domicílios eletrificados, é possível que as mulheres aumentem sua carga de trabalho devido ao fato de poderem executar as atividades domésticas no período noturno e se dedicarem ao trabalho em outras atividades durante o dia (BANCO MUNDIAL, 2008).
Número de pessoas alfabetizadas	Percentual da população rural municipal alfabetizada.	É observada a existência da relação entre o acesso à energia elétrica e a melhoria das condições de estudo, pois as escolas podem adquirir equipamentos que aprimorem sua infraestrutura e o tempo de estudo em casa pode ser alongado (BANCO MUNDIAL, 2008).
Geladeira	Percentual de domicílios rurais que possuíam estes bens de consumo.	Estes bens garantem a inclusão do sujeito rural através do contato com a vida fora do campo, proporcionando acesso ao conforto tecnológico e melhoram a saúde através da conservação de alimentos perecíveis (CAMARGO, RIBEIRO; GUERRA 2008).
Televisão		
Emprego da população rural	Percentual da população rural que exercia atividade remunerada e/ou produtiva.	O acesso à energia elétrica pode ser considerado como fator de produção, desenvolvimento econômico e de geração de emprego e renda (SAUER <i>et al.</i> , 2003).
PIB agropecuário	Percentual do PIB municipal relacionado à produção agropecuária.	Para Cruz <i>et al.</i> (2004), o acesso à energia elétrica propiciaria a introdução de irrigação e drenagem de áreas inundadas, bem como a

Produtividade do trabalho agrícola	Razão entre o PIB da agropecuária e o número de pessoas empregadas no meio rural.	possibilidade de conservação de produtos como leite, frutas e hortaliças. Ademais, produtores poderiam agregar maior valor à produção a partir do processamento inicial de seus produtos.
Iluminação Pública	Percentual de domicílios rurais cujo entorno possuía iluminação elétrica.	A falta de iluminação pública (segundo relatos de moradores rurais) pode induzir a atos de violência (principalmente a meninas), dificultando a circulação de pessoas no período noturno (TRIGOSO, 2004).
Eletrificação	Percentual de domicílios que possuíam energia elétrica em 2000 nas cidades analisadas.	Optou-se pela introdução desta variável na análise de agrupamentos no intuito de se homogeneizar os <i>clusters</i> formados.

Fonte: Elaboração própria.

Dentre as duas possibilidades de se construir os *clusters*, denominadas como métodos hierárquicos e não-hierárquicos, optou-se aqui pelo uso da primeira, onde, segundo Pestana e Gageiro (2008), os *clusters* são formados com base nos pares de casos mais próximos, de acordo com uma medida de distância escolhida. Quanto aos métodos disponíveis para agrupamento em *clusters* hierárquicos, foi utilizado o método de Ward, pois o mesmo tende a formar aglomerados de maior homogeneidade interna. Maiores detalhes são encontrados em Maroco (2007).

Para a elaboração desta análise, escolheu-se utilizar a Distância Euclidiana Quadrática, definida pela fórmula:

$$D_{AB}^2 = \sum_{j=1}^p (x_{ja} - x_{jb})^2,$$

onde, x_{ja} é o valor da variável j para a unidade a ; x_{jb} é o valor da variável j para a unidade b .

Após a formação dos agrupamentos, elaborou-se o teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis*, visando analisar variáveis cuja distribuição não atende ao pressuposto de normalidade. A partir de amostras aleatórias dos *clusters* definidos, pretende-se testar a hipótese da existência de um parâmetro de localização comum.

Encerrados os procedimentos, após a validação dos agrupamentos formados, foram utilizadas ferramentas de estatística descritiva e visuais (gráficos, tabelas e mapas), aliados à teoria que embasa o estudo, para a interpretação dos resultados e sua caracterização. A partir destas interpretações foi então realizada a nomeação dos grupos. Deste modo, as variáveis selecionadas foram tomadas como referência para a validação dos agrupamentos, baseando-se na análise descritiva comparativa, o que, como destacado por Santos e Ferreira (2008), é comumente aplicada em análises em ciências sociais aplicadas.

4. Resultados e discussão

O intuito inicial desta pesquisa fundava-se na análise de domicílios rurais dos 853 municípios do estado de Minas Gerais, porém, devido à presença de municípios considerados como *outliers*, por não se adequarem ao objetivo da pesquisa, o número de observações reduziu-se a domicílios rurais de 562 municípios mineiros. Foram considerados critérios para a exclusão de 291 municípios para a análise estatística:

- i) Municípios totalmente urbanizados que, em 7 das 8 variáveis colhidas para a elaboração dos constructos analisados, apresentavam valor zero (5 municípios);
- ii) Municípios com mais de 95% de domicílios rurais com acesso à energia elétrica em 2000 (281 municípios);
- iii) Municípios que apresentaram variação negativa no acesso à energia elétrica entre 2000 e 2010 (5 municípios).

Mesmo após esta filtragem no número inicial dos municípios, ainda é possível, além de uma análise individual, uma análise a nível mesorregional, devido ao fato de ainda haver um número significativo de municípios para cada uma das 12 mesorregiões mineiras. Sendo divididos, respectivamente, como 3%, 15%, 9%, 4%, 7%, 4%, 11%, 14%, 4%, 7%, 4%, 18% da amostra. Seguindo a ordem de divisão em mesorregiões a partir de critérios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): 1 - Campo das Vertentes; 2 - Central Mineira; 3 - Jequitinhonha; 4 - Metropolitana de Belo Horizonte; 5 - Noroeste de Minas; 6 - Norte de Minas; 7 - Oeste de Minas; 8 - Sul e Sudoeste de Minas; 9 - Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; 10 - Vale do Mucuri; 11 - Vale do Rio Doce; 12 - Zona da Mata.

Prosseguiu-se, deste modo, com uma Análise Exploratória de Dados (AED), buscando uma maior compreensão das relações existentes entre as variáveis a serem analisadas. Considerou-se, a princípio, o conjunto total de municípios analisados neste estudo, sem distinção por agrupamentos. Espera-se, deste modo, que estas observações gerais auxiliem na análise específica dos dados de cada agrupamento de municípios a ser gerado pela análise de *cluster*. Uma AED apresenta estatísticas descritivas de maneira eficiente e parcimoniosa e, de acordo com Fávero *et al.* (2009), possibilita ao pesquisador identificar tendências, variabilidade de dados e valores atípicos. Optou-se aqui pela análise das principais medidas descritivas de tendência central (média) e dispersão (mínimo, máximo e desvio padrão).

Tabela 2 – Análise exploratória de dados para o ano 2000.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Domicílios chefiados mulheres ¹	0,0308	0,3184	0,1264	0,0501
População alfabetizada ¹	0,2459	1,0000	0,6632	0,1445
Geladeira ¹	0,0229	0,9220	0,5134	0,2206
Televisão ¹	0,0389	0,9461	0,6050	0,2215
Emprego da população rural ¹	0,6364	1,0000	0,9266	0,0587
PIB agropecuário ¹	0,0000	0,7118	0,2385	0,1366
Produtividade da mão-de-obra ²	226,12	114.645,98	10.368,72	14.992,61
Iluminação Pública ¹	0,0000	1,0000	0,2412	0,2064
Eletrificação ¹	0,0922	0,9498	0,7548	0,1886

Fonte: Resultados da pesquisa. Notas: ⁽¹⁾ Valores em percentual; ⁽²⁾ Valores em reais.

De início, a partir da observação dos dados apresentados na Tabela 2, evidenciou-se, principalmente entre aquelas variáveis medidas em percentagem, uma grande disparidade entre as medidas descritivas analisadas. Por exemplo, enquanto foram observados valores relativamente baixos quanto ao percentual de domicílios rurais chefiados por mulheres, pode-se considerar valores teoricamente altos para o percentual de população rural empregada.

Analisando-se o valor mínimo de cada variável, observou-se que, no ano de 2000, existiam municípios mineiros onde menos de 5% dos domicílios rurais eram chefiados por mulheres, com valor próximo para aqueles que possuíam geladeira ou televisão. Aponta-se também que havia, naquele ano, município nos quais menos de 10% dos domicílios do meio rural eram eletrificados. Deve-se destacar, além disso, que, mesmo ao se trabalhar com uma amostra já filtrada por possíveis *outliers*, alguns municípios apresentavam completa ausência de iluminação no entorno dos domicílios rurais. Ademais, destaca-se o fato de que existia, àquela

época, ao menos um município para o qual a produção agropecuária contribuía intimamente para o PIB agropecuário municipal total. Por outro lado, ressalta-se a observância de municípios com produtividade da mão-de-obra superior a 110 mil reais por trabalhador.

Em se tratando dos valores máximos apresentados por cada variável analisada nesta pesquisa, foram observados municípios que, já no ano de 2000, possuíam 100% da população rural alfabetizada. Alguns municípios também possuíam a totalidade da população rural trabalhando e, em outros, todos os domicílios rurais apresentavam iluminação no entorno. Outras variáveis com valores máximos expressivamente elevados foram o percentual de domicílios rurais com geladeira/televisão e o percentual de domicílios rurais eletrificados. Por outro lado, o valor máximo de percentual de domicílios rurais chefiados por mulheres, foi apenas pouco maior do que 30%.

No tangente ao valor médio das variáveis estudadas, destaca-se, primeiramente, o elevado percentual de emprego na população rural dos municípios mineiros, que apresentou valor maior do que 90%. Outras variáveis – como população rural alfabetizada, presença de geladeira e presença de televisão em domicílios rurais – também apresentaram valor maiores do que 50%. Ou seja, em média, nos municípios da amostra mais da metade dos domicílios rurais contava com geladeira e/ou televisão e mais da metade da população rural era alfabetizada. Por outro lado, valores médios relativamente baixos foram apresentados pelas variáveis que versam sobre os domicílios chefiados por mulheres e aqueles com iluminação no entorno.

Por fim, a análise dos valores obtidos pelo desvio-padrão pode fornecer uma base para a variabilidade dos resultados de cada variável dentro da amostra de municípios analisada. Entre as variáveis com menores desvios-padrão, destacaram-se aquelas referentes aos domicílios chefiados por mulheres e a população rural alfabetizada. Enquanto a primeira é homogênea em valores relativamente baixos, o contrário é válido para a segunda. As variáveis que tangem a posse de bens de consumo duráveis e a iluminação no entorno dos domicílios rurais, por seu turno, foram aquelas que possuíam os maiores desvios-padrão, demonstrando maior variabilidade entre os municípios da amostra.

De modo geral, percebeu-se grande distinção entre as variáveis analisadas neste estudo quanto às medidas descritivas. Existiam, no ano de 2000, municípios onde nenhum domicílio rural possuía iluminação no entorno, enquanto em outros municípios esta iluminação era geral. Outra grande disparidade é relacionada à produtividade da mão-de-obra agrícola, dada a grande amplitude dos resultados da amostra, além do fato de o desvio-padrão dessa variável ter sido maior do que a média para ela observada. Evidenciou-se, com toda esta análise, a grande diversidade e heterogeneidade concernente às características aqui analisadas entre os municípios de Minas Gerais, respaldando-se a utilização da análise de *cluster* para a consecução do objetivo desta pesquisa.

4.1. Interpretação dos agrupamentos formados pela análise de *Cluster*

A priori, aponta-se que o teste de *Kruskal-Wallis* demonstrou, para todas as variáveis utilizadas na determinação dos clusters da pesquisa, que, de fato, os agrupamentos formados possuíam distribuições distintas. Deste modo, validou-se estatisticamente a segregação dos municípios da amostra a partir das variáveis utilizadas. Diante das opções apresentadas pelos resultados da análise, optou-se pela escolha da divisão dos municípios estudados em três grupos distintos. Para a atribuição de nomes a estes grupos, verificou-se os valores médios relacionados às variáveis utilizadas para a formação dos *clusters* e mais um ou menos um desvio padrão.

É de suma importância destacar que as variáveis escolhidas para o procedimento estejam padronizadas quanto à sua escala, mitigando problemas relacionados às diferentes escalas das variáveis analisadas, com isso, as variáveis utilizadas neste estudo foram padronizadas em score

Z^s , onde seus valores médios apresentaram-se próximos de 0 (zero) e seus desvios padrão indicaram valores próximos a 1 (um). Deste modo, a partir da média gerada para as variáveis analisadas em cada *cluster*, atribuiu-se os nomes: baixo (valores menores que a média); médio (valores no intervalo entre a média e a média mais um desvio padrão) e alto (valores maiores que a média mais um desvio padrão). Na Tabela 3 encontram-se as informações referentes aos *clusters* formados.

Tabela 3 – Divisão e nomenclatura dos *Clusters* a partir de dados em 2000 e média de eletrificação em 2010.

Grupo	Nome	Municípios	Percentual médio de eletrificação em 2000	Aumento médio ⁽¹⁾ de eletrificação entre 2000 e 2010
1	Médio-alto	193	83,88%	13,85 p.p.
2	Médio-baixo	199	86,06%	11,65 p.p.
3	Baixo	170	53,57%	37,34 p.p.

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: ⁽¹⁾ Variação em pontos percentuais.

Destaca-se aqui que os grupos 1 e 2 obtiveram, em maior parte, valores considerados médios. Diferencia-se estes dois grupos pelo fato de no primeiro grupo os valores médios encontrados estarem mais próximos de 1 (média + desvio), enquanto valores médios do segundo grupo aproximavam-se de 0. Há, no grupo Médio-alto, a presença de uma variável cujo valor médio mostrou-se negativo, tratando-se da variável domicílios chefiados por mulheres que, de acordo com a análise descritiva feita anteriormente, já apresentava valores (mínimos, máximos e médios) considerados baixos para todos os municípios analisados. Surpreendentemente, esta mesma variável não apresentou valor médio negativo para o grupo Médio-baixo, porém, as médias das variáveis emprego da população rural, PIB agropecuário e produtividade da mão-de-obra demonstraram-se negativos para este aglomerado, como exposto na Tabela 4. Já no terceiro grupo, nomeado como Baixo, todas as variáveis analisadas apresentaram médias negativas, exceto, assim como no segundo grupo, a variável domicílios chefiados por mulheres. Seria a informação obtida por análise desta variável um indício de que, no meio rural (e talvez não só neste meio), famílias que tendem a possuir uma maior estabilidade socioeconômica, inclinam-se a optar para que as mulheres, em muitos casos mães, se dediquem aos afazeres domésticos? Tal questionamento merece devida e apropriada investigação, todavia, não se encontra no escopo desta pesquisa.

Quanto à quantidade de domicílios eletrificados por município no ano analisado, percebe-se que no grupo cujos valores médios referentes às variáveis analisadas concentravam-se a níveis baixos, encontrava-se pouco mais de 50% de domicílios com acesso à energia elétrica e, após 10 anos do período analisado, cerca de 80% da demanda energética para estes municípios foi atendida. Quanto a esta demanda para os grupos Médio-alto e Médio-baixo, que já possuíam uma média de eletrificação de seus domicílios relevante, também é perceptível um alto atendimento de, cerca de 86% e 84%, respectivamente, da demanda. Ou seja, embora a evolução da eletrificação tenha sido perceptivelmente mais elevada nos municípios do *cluster* 1, todos os três agrupamentos diminuíram a fatia de domicílios privados do acesso à energia elétrica de modo relativamente homogêneo.

Tabela 4 – Valores médios das variáveis padronizadas, por *Clusters*.

Variáveis Clusters

⁵ Definido pela fórmula: $Z_{ij} = (X_{ij} - \bar{X}_j) / S_j$, onde se pondera a diferença entre o valor da variável e a média da amostra pelo desvio-padrão da mesma.

	Baixo	Médio-baixo	Médio-alto
Geladeira	-1,139	0,4304	0,5602
TV	-1,2547	0,5112	0,5780
Alfabetização	-1,095	0,3551	0,5990
Emprego feminino	0,5881	0,2692	-0,795
Emprego formal	-0,105	-0,444	0,5511
PIB agropecuário	-0,236	-0,433	0,655
Produtividade	-0,427	-0,2027	0,5852
Iluminação pública	-0,0951	0,6675	-0,6044

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 4 apresenta os valores médios das variáveis padronizadas, para cada um dos *clusters* retidos. Como exposto anteriormente, o agrupamento Baixo apresentou valores médios negativos para quase a totalidade das variáveis analisadas, evidenciando as piores condições socioeconômicas dentre os três *clusters* analisados. Estes valores subsidiam a definição teórica de que, para os domicílios deste grupo, a eletrificação rural deveria ser encarada como um bem essencial, respaldando a atuação governamental para este fim.

Por outro lado, o grupamento Médio-baixo pode ilustrar o papel da eletrificação como insumo produtivo. Evidenciou-se valores médios positivos para variáveis de caráter social, enquanto aquelas de cunho produtivo apresentaram valores negativos. Ou seja, para estes municípios, pode-se apontar que o foco da eletrificação rural estaria diretamente relacionado aos possíveis desdobramentos sobre a produção agropecuária, dado a utilização da energia elétrica como insumo capaz de aprimorar o processo produtivo, gerando melhores resultados econômicos aos produtores.

Percebe-se, para o grupo denominado Médio-alto, a proximidade de sua realidade socioeconômica com a visão da eletrificação rural como uma *commodity*, voltada primordialmente para o consumo domiciliar. Neste grupo, tanto as variáveis sociais quanto aquelas de cunho econômico, apresentaram valores positivos, fornecendo evidências de um nível relativamente avançado de desenvolvimento social e produtivo. Deste modo, a eletrificação rural seria vista essencialmente como um bem de consumo final, não observando grandes impactos nas já estabelecidas atividades produtivas locais e nos níveis sociais relativamente já desenvolvidos.

Valores extraídos do Portal Brasileiro de Dados Abertos (dados.gov.br) apontam que, entre os anos de 2004 a 2010, foram consolidadas mais de 200 mil ligações através do Programa Luz para Todos dentre domicílios e estabelecimentos (como cooperativas e tanques de resfriamento de leite) rurais no estado de Minas Gerais, enquanto que, dados extraídos do censo demográfico do IBGE apontam que no ano 2000 havia uma demanda potencial por energia elétrica de mais de 150 mil domicílios rurais neste estado. Além disso, entre os anos 2000 e 2010, foram registrados cerca de 53 mil novos domicílios no meio rural mineiro. Logo, pode-se atribuir grande parte do atendimento da demanda por energia elétrica, neste período, no meio rural a este programa.

A Figura 1 apresenta a configuração dos *clusters* quanto as mesorregiões de Minas Gerais. Fica claro, de início, a expressiva concentração de municípios do grupo Baixo na faixa Norte do estado. Mais especificamente, este agrupamento, dotado dos piores indicadores socioeconômicos, compreende primordialmente as mesorregiões Vale do Mucuri, Jequitinhonha e Norte de Minas, além da porção norte da mesorregião do Noroeste de Minas, enquanto o restante dos municípios classificados neste grupo encontram-se espalhados nas mesorregiões Vale do Rio Doce, Metropolitana de Belo Horizonte e Zona da Mata. Vale

destacar que, dentre os 50 municípios classificados com menor PIB per capita do estado no ano de 1999, 20 deles estão localizadas nas três primeiras mesorregiões anteriormente destacadas (FJP/BDMG, 2003).

Por outro lado, observa-se que municípios do Noroeste, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste, predominantemente, encaixam-se no grupo Médio-alto, caracterizado por altos índices sociais e relacionados à produção agrícola, indo ao encontro de dados apresentados pela Fundação João Pinheiro (2003) que apontam que estas mesorregiões responderam, em 1999, por 6,7%, 26,7% e 23,8% do PIB da agropecuária de Minas Gerais. Apesar de uma maior concentração nas regiões Metropolitana de Belo Horizonte, Campo das Vertentes e Zona da Mata, nota-se a presença de municípios pertencentes ao grupo Médio-baixo em todas as mesorregiões estudadas.

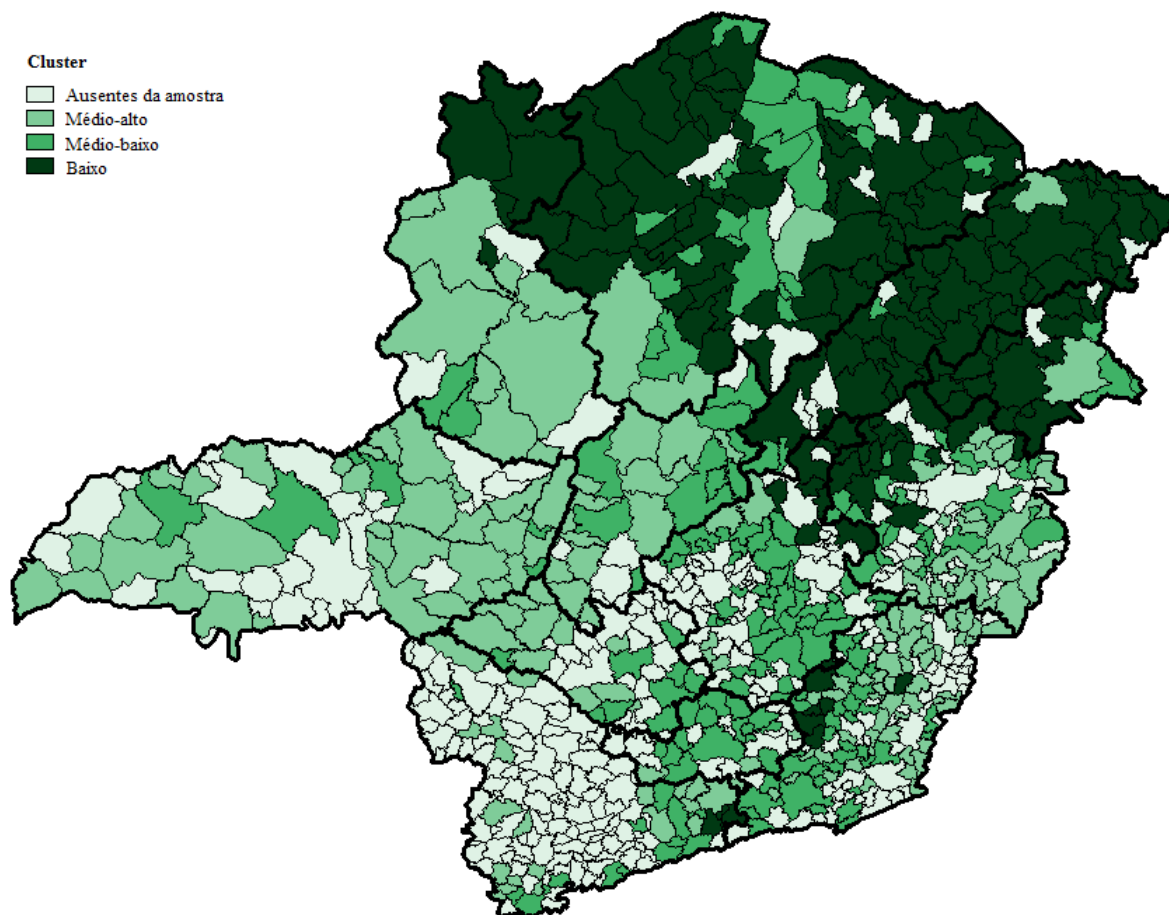


Figura 1 – Distribuição espacial dos *Clusters* por mesorregiões no estado de Minas Gerais.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observou-se, deste modo, que, se por um lado foram identificadas mesorregiões com grande concentração de domicílios no primeiro *cluster*, como o caso do Noroeste e do Norte de Minas, por outro lado algumas mesorregiões tiveram grande concentração de seus domicílios no terceiro *cluster*, como as mesorregiões Central Mineira, Metropolitana de Belo Horizonte e Jequitinhonha. Pode-se destacar também aquelas mesorregiões que tiveram seus municípios distribuídos de modo relativamente uniforme entre os três *clusters*, com destaque para a mesorregião do Sul de Minas. Neste sentido, fica evidente a heterogeneidade característica do estado de Minas Gerais quanto aos aspectos socioeconômicos levantados nesta pesquisa.

De certo modo, alguns resultados da formação destes *clusters*, foram ao encontro do teoricamente esperado pela desigualdade socioeconômica presente no estado de Minas Gerais, que já se observava à época a que se referem os dados utilizados nesta pesquisa. O fato de grande parte dos municípios das mesorregiões Central Mineira e Metropolitana de Belo Horizonte, por exemplo, estarem naquele *cluster* caracterizado pelo menor nível das variáveis analisadas, pode evidenciar que, dentro destas regiões, há uma grande divergência entre as zonas rural e urbana no tangente aos aspectos socioeconômicos, tendo em vista que estas mesorregiões não são caracterizadas como aquelas mais pobres do estado.

5. Conclusões

Esta pesquisa objetivou dividir os municípios mineiros em grupamentos homogêneos quanto a variáveis relacionadas ao potencial impacto que o acesso à energia elétrica pode provocar na população rural. Percebe-se, de acordo com dados censitários utilizados, a efetividade do PLT no estado de Minas Gerais quanto ao seu propósito de prover a eletrificação rural em domicílios necessitados em um curto espaço temporal de sete anos. Ressalta-se, todavia, a necessidade de uma investigação mais específica no tocante ao alcance deste programa governamental, pois as estatísticas oficiais não discriminam a origem da eletrificação, ou seja, se ela foi efetivada por meios privados ou através de subsídios governamentais.

Evidencia-se, através dos resultados alcançados, que municípios de uma mesma região apresentam uma vasta diversidade tanto em termos sociais, quanto econômicos e, conseqüentemente, necessitam de diferentes abordagens governamentais para a realização de seu desenvolvimento socioeconômico. A elaboração de uma análise baseada no aparato teórico apresentado por Ranganathan (1993) pode, deste modo, propiciar a governos de países em desenvolvimento, após a implementação da eletrificação rural em seus municípios, a formulação de novas agendas de políticas regionais com o uso estratégico da energia elétrica, considerando-se o papel que a mesma deve exercer para o fomento do desenvolvimento local. Destaca-se como maior contribuição desta análise, a pavimentação de uma base empírica para posteriores estudos que poderiam vir a mensurar e analisar os impactos do processo de eletrificação rural sobre a população rural no concernente aos mais distintos aspectos relacionados à problemática do desenvolvimento. A partir dos resultados aqui apresentados, poder-se-ia destacar municípios potencialmente interessantes para a realização de pesquisas com maior enfoque qualitativo, buscando analisar a questão da eletrificação sob a ótica daqueles diretamente beneficiados.

Referências

- Bhattacharyya, S. C. (2006). Energy access problem of the poor in India: Is rural electrification a remedy? *Energy Policy*. 34(18). 3387-3397.
- Camargo, E., Ribeiro, F. S., Guerra, S. M. G. (2008). O programa Luz para Todos: metas e resultados. *Espaço Energia*. 9. 21–24.
- Cruz, C. N. P., Mourad, A. L., Morínigo, M. A., Sanga, G. (2004). Eletrificação rural: benefícios em diferentes esferas. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000220040001_00050&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 16/09/2016.
- Davis, M. (1998). Rural household energy consumption: the effects of access to electricity - evidence from South Africa. *Energy Policy*. 26(3). 207-217.
- De Souza, C. R. G., Dos Anjos, F. S. (2007). Impacto dos programas de eletrificação rural em comunidades rurais de Arroio Grande, RS. *Extensão Rural*. 14. 37–64.
- Echeverry, S. M. V. (2014). Impactos da Eletrificação no Desenvolvimento Rural em Comunidades quilombolas: Caso dos Kalunga em Cavalcante-GO. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/16>>. Acesso em: 16/09/2016.
- Fávero, L. P., Belfiore, P., Silva, F. L., Chan, B. L. (2009). Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Fundação João Pinheiro. (2003). O Padrão Espacial do Setor Produtivo. In: Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais. Minas Gerais do Século XXI. Belo Horizonte: BDMG.
- Hirschman, A. O. (1958). *The Strategy of Economic Development*. Londres: Yale University Press.
- Kamalapur, G. D., Udaykumar, R. Y. (2011). Rural electrification in India and feasibility of photovoltaic solar home systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 33(3). 594-599.
- Kembo, V. S. (2014). Socio-Economic Effects of Rural Electrification in Tala Division, Machakos County, Kenya. Disponível em: <<http://erepository.uonbi.ac.ke/handle/11295/56393>>. Acesso em: 16/09/2016.
- Khandker, S. R., Barnes, D. F., Samad, H. A. (2013). Welfare impacts of rural electrification: A panel data analysis from Vietnam. *Economic Development and Cultural Change*. 61(3). 659-692.
- Marinho, J. R. M. (2009). Mudanças sociais e energia elétrica na Vila de São Sebastião, interior do Pará. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/4805>>. Acesso em: 16/09/2016.
- Maroco, J. (2007). Análise estatística: com utilização do SPSS. Lisboa: Sílabo.
- Mingoti, S. A. (2005). Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Niez, A. (2010). Comparative study on rural electrification policies in emerging economies. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/energy/comparative-study-on-rural-electrification-policies-in-emerging-economies_5kmh3nj5rzs4-en>. Acesso em: 29/08/2016.
- Oliveira, L. C. (2001). Perspectivas para a eletrificação rural no novo cenário econômico-institucional do setor elétrico brasileiro. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/lcoliveira.pdf>>. Acesso em: 26/10/2016.
- Pereira, M. G. (2011). Políticas públicas de eletrificação rural na superação da pobreza energética brasileira: estudo de caso da bacia do Rio Acre – Amazônia. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/mpereira.pdf>>. Acesso em: 26/10/2016.



*I Congress Latin American and Caribbean Regional Science Association International
XV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*

de 11 a 13 de outubro de 2017 - FEA/USP - São Paulo, SP - Brasil

- Pestana, M. H., Gageiro, J. N. (2008). Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS. Lisboa: Sílabo.
- Rahman, M. M., Paateroa, J. V., Poudyalb, A., Lahdelma, R. (2013). Driving and hindering factors for rural electrification in developing countries: Lessons from Bangladesh. *Energy Policy*. 61. 840-851.
- Ranganathan, V. Rural electrification revisited. *Energy Policy*. 21(2). 142-151.
- Ribeiro, F. S., Santos, J. F. M. Política de eletrificação rural: superando dilemas institucionais. *Revista do BNDES*. 1(2). 131–152.
- Santos, L. M., Ferreira, M. A. M. (2008). Investigação dos fatores condicionantes do capital de giro em micro e pequenas empresas: uma abordagem por grupos estratégicos. *Revista de Negócios*. 13(3). 51–66.
- Sauer, I. L., Rosa, L. P., D'Araujo, R. P., Carvalho, J. F., Terry, L. A., Prado, L. T. S., Lopes, J. E. G. (2003). A reconstrução do setor elétrico brasileiro. São Paulo: Editora Paz e Terra.
- Trigoso, F. B. M. (2004). Demanda de energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico: o caso das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-04042005-153411/pt-br.php>>.
- Acesso em: 26/10/2016.
- World Bank. (2008). The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits. World Bank.