

CADERNOS

FINSOCIAL

8

Eletrificação Rural
Simplificada
Sistema Monofilar
com Retorno por Terra - MRT

Nilson Teixeira



Banco Nacional de
Desenvolvimento
Econômico e Social

CADERNOS

FINSOCIAL

8

Eletrificação Rural
Simplificada
Sistema Monofilar
com Retorno por Terra - MRT

Nilson Teixeira



Banco Nacional de
Desenvolvimento
Econômico e Social

APRESENTAÇÃO

O caráter prioritário conferido pelo Governo à atuação na área social, bem como a experiência acumulada, ao longo dos últimos anos, nos estudos e projetos realizados pelo BNDES, através da Área de Projetos-IV, induziram a iniciativa de publicar os **Cadernos Finsocial** como forma de exprimir nossas reflexões para a discussão das questões sociais.

Os trabalhos são de autoria dos técnicos da Área e, portanto, os conceitos e opiniões neles emitidos não necessariamente refletem o ponto de vista da Instituição.

Certos de que o propósito de divulgar nossas reflexões compensa o risco de publicar trabalhos quase sempre polêmicos, submetemos à crítica nossas inquietações.

Carlos Lessa
Diretor AP-IV

ELETRIFICAÇÃO RURAL SIMPLIFICADA

SISTEMA MONOFILAR COM RETORNO POR TERRA - MRT

Autor:

Nilson Teixeira

Colaboração:

Francisco Pelajo
José Francisco Martins
Renato Gonçalves
Ricardo Henrique Barbosa
Ricardo Silva

Colaboração Especial:

José Hisbello Campos
ELETROBRAS

Datilografia:

Cristina Turano
Eliane da Costa Ribeiro
Silvina Ferreira da Silva

MAIO/88

ÍNDICE

	Página
I - INTRODUÇÃO	7
II - ASPECTOS GERAIS	9
2.1 - Conceituação	9
2.2 - Benefícios	9
2.3 - Planejamento	10
2.3.1 - Geração, Transmissão e Distribuição	10
2.3.2 - Sistemas Alternativos	11
2.3.3 - Plano Diretor	13
III - ELETRIFICAÇÃO RURAL NO MUNDO	14
3.1 - E.U.A.	14
3.2 - Outros Países	16
IV - ELETRIFICAÇÃO RURAL NO BRASIL	17
4.1 - Histórico	17
4.2 - Estatística	20
4.3 - Questões Gerais	20
4.4 - Características das Concessionárias e Cooperativas	23
4.5 - Normas	25
4.6 - Modelos Existentes	26
V - SISTEMA MONOFILAR COM RETORNO POR TERRA - MRT	28
5.1 - Introdução	28
5.2 - Características	29
5.2.1 - Condutores Elétricos	29
5.2.2 - Postes	32
5.2.3 - Transformadores de Distribuição	36
5.2.4 - Conversor de Fase	37
5.2.5 - Aterramento	38
5.2.6 - Outras Características	39
5.3 - Participação Comunitária	39
5.4 - Experiências Existentes	41
5.5 - Custos de Implantação	42
5.6 - Análise Econômico-Financeira - Um Caso	49
VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
VII - BIBLIOGRAFIA	54
VIII - ANEXOS	55

I - INTRODUÇÃO

O processo de industrialização conduziu ao contínuo crescimento populacional das cidades, de forma que parcela preponderante da população passou a se concentrar nos centros urbanos.

Desta forma, é natural que a concessão de benefícios, no que tange às questões de infra-estrutura social e melhoria nas condições de vida, seja direcionada para a zona urbana.

As principais razões para isto estão ligadas a uma estratégia de favorecimento dos núcleos urbanos em função, tanto do maior número de atendimentos e da maior capacidade de reivindicação, como da maior relação benefício/custo, caso comparado com a concessão de benefícios na zona rural.

A distribuição de energia elétrica é um processo no qual o fenômeno acima se confirma, sendo enfatizado pelo fato de que as indústrias ao demandarem a prestação de serviços de energia elétrica, possibilitam que o serviço seja estendido para a população a custos baixos, haja vista a concentração populacional.

No caso da eletrificação, observa-se que o processo se dissemina do centro para periferia, ou seja, das zonas de maior concentração populacional para as de menor.

As regiões mais dispersas, notoriamente na zona rural, apresentam custos de eletrificação por consumidor bastante elevados.

As empresas responsáveis pela prestação de serviços de energia elétrica dedicam-se, basicamente, ao atendimento na zona urbana, pois este apresenta retorno mais elevado do que na zona rural, tendo em vista que as receitas são maiores, devido ao maior nível de consumo, e os custos de implantação menores, em função da concentração populacional existente.

Baseado nestas características, o usuário na zona urbana paga apenas a tarifa pelo consumo de energia, que embute a remuneração do investimento feita pela empresa para implantação, manutenção e operação do sistema de energia elétrica.

Na zona rural, face ao elevado custo de implantação da rede de distribuição de energia elétrica (RDE) e o baixo nível de consumo, o prazo de retorno do investimento é muito longo. Por esta razão, as empresas de distribuição sentem-se desestimuladas para investir na zona rural, exigindo que os pretendentes ao serviço responsabilizem-se pelo financiamento da implantação.

Ao se exigir que o financiamento da implantação da rede de distribuição seja feita pelo consumidor, dificulta-se que a população de baixa renda tenha acesso à energia elétrica.

Tendo em vista que o nível de consumo na zona rural é bastante inferior ao observado na zona urbana, os países desenvolvidos com perfil de distribuição populacional similar ao brasileiro passaram a utilizar, com sucesso, sistemas de distribuição de energia elétrica simplificados. Esses sistemas simplificados, adaptáveis às características da zona rural, foram obtidos a partir de pesquisas baseadas nos aspectos sócio-econômicos, no que se refere ao perfil dos consumidores; na utilização pretendida, consumo domiciliar ou produtivo; na concentração populacional; e nos aspectos técnicos relativos à adequação das tecnologias às características físicas da região.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, com recursos do Fundo de Investimento Social - FINSOCIAL, vem apoiando projetos beneficiando diretamente a popula-

ção rural de baixa renda. Os projetos apoiados têm sido orientados pela utilização de modelos e sistemas simplificados de baixo custo, adaptáveis às peculiaridades do público em questão que, geralmente, não apresenta capacidade de suportar os custos elevados dos métodos convencionais.

Neste sentido, com vistas a apoiar um primeiro projeto de eletrificação rural simplificada, o BNDES financiou a implantação de redes de distribuição de energia elétrica, baseadas no Sistema Monofilar com Retorno por Terra - MRT, no município de Palmares do Sul, no Rio Grande do Sul. O financiamento concedido com recursos do FINSOCIAL beneficiou, com a interveniência da Prefeitura Municipal, 280 pequenos produtores rurais.

O Sistema Monofilar com Retorno por Terra - MRT é um modelo de distribuição de energia elétrica simplificado caracterizado por apresentar os menores custos de implantação por km de rede implantada. A adoção deste sistema é indicada, em princípio, para regiões de baixo nível de consumo e pequena densidade populacional.

As redes financiadas, além de adotarem o sistema MRT, caracterizam-se pela utilização do fio de aço zincado como condutor elétrico, de postes de madeira, de transformadores de distribuição de baixa potência (3 a 10 KVA) e da participação comunitária desde a fase de concepção até a fase de implantação das redes, como mão de obra.

Tomando por base os resultados, em princípio, favoráveis do financiamento concedido em Palmares do Sul, o Departamento de Operações Sociais I - DEOPE-I/FINSOCIAL, decidiu, em seu Plano de Ação 1988/89, elaborar um estudo sobre a questão da eletrificação rural, de modo a compreender com maior clareza sua inserção no contexto sócio-econômico das populações carentes da zona rural. A realização do estudo tem por objetivo apresentar alguns parâmetros que podem vir a orientar a aplicação dos recursos do FINSOCIAL pelo BNDES no campo da eletrificação rural.

Assim, o presente caderno reflete as observações contidas no âmbito do estudo mencionado, destacando, em especial, as características do Sistema Monofilar com Retorno por Terra - MRT.

II - ASPECTOS GERAIS

2.1 - Conceituação

A eletrificação rural é uma ferramenta para o desenvolvimento sócio-econômico nacional e deve ser tratado como um instrumento de política, inclusive no âmbito da integração, visando reduzir os desequilíbrios observados entre a zona urbana e a rural. Deve-se observar que nos países em desenvolvimento é típico a concessão de benefícios apenas à zona urbana, provocando, em consequência, o crescimento do fenômeno do êxodo rural.

A interpretação errada do conceito de eletrificação rural, unicamente como eletrificação de propriedades rurais, torna os custos de implantação de redes de distribuição de energia elétrica por consumidor e por KWh consumido muito elevados.

Isto porque ao se restringir o atendimento às propriedades rurais, diminui-se a flexibilidade de se melhorar o perfil da curva do consumo através da incorporação de diversos tipos de consumidores.

O não atendimento de uma região de forma sistematizada dificulta o atendimento de propriedades dispersas, pois os custos tornam-se altos. Além disso, dado o baixo nível de consumo característico da maioria das propriedades rurais, a implantação de redes de distribuição de energia elétrica torna-se onerosa no caso dos modelos tradicionais.

Assim, a eletrificação rural deve englobar todos os tipos de consumidores na zona rural, sendo um elemento para se alcançar o desenvolvimento rural.

O desenvolvimento rural é o resultante de diversos processos, entre os quais o desenvolvimento agrícola. Enquanto o segundo se refere ao melhor trabalho da terra e à maximização da produção, o primeiro tem um sentido mais amplo, significando a melhoria dos padrões de vida e renda da população da zona rural.

2.2 - Benefícios

A implantação de energia elétrica na zona rural traz benefícios relativos à melhoria do bem-estar, em pontos tais como iluminação e água dentro da moradia, e à melhoria do nível de renda, através da utilização da energia no campo produtivo.

Dado o nível de carência na zona rural, as alterações no padrão de vida e no nível de renda da comunidade são mais amplas quando integradas a outras ações, tais como:

- serviços de educação e ensino
- serviços de saúde
- saneamento rural
- estradas e transportes
- assistência técnica
- crédito rural
- irrigação
- agro-indústrias
- serviços de suporte de eletricidade

As experiências de outros países têm demonstrado que a relação benefício/custo tende a crescer, a medida que a eletrificação rural é acompanhada de outros serviços.

Assim, a eletrificação rural pode ter, desde que acompanhada por alguns dos itens acima, os méritos, a seguir relacionados:

- integração da zona rural aos centros urbanos, com o objetivo de se desenvolver harmonicamente o país, sem a criação de desequilíbrios e tensões sociais entre estas duas áreas;
- melhoria dos padrões de conforto e bem estar da população rural;
- elevação do número de empregos na zona rural devido à ampliação e surgimento de atividades, com a redução do êxodo rural;
- elevação do padrão de renda da zona rural através da redução de custos, do aumento do nível de atividade e da melhoria da produtividade;
- modernização e desenvolvimento da agropecuária, através da incorporação de processos que utilizem energia elétrica e da implantação de indústrias de transformação de produtos agrícolas na zona rural, como o de beneficiamento de sementes, de laticínios, de óleos vegetais, de conservas etc.;
- economia de derivados de petróleo através da substituição dos motores de combustão interna por motores elétricos, em algumas atividades, como a irrigação;
- expansão do mercado industrial no que se refere ao aumento da comercialização de aparelhos elétrico-eletrônicos e de equipamentos eletro-mecânicos.

No Brasil, o público atendido é notadamente constituído pela parcela de maior renda e que apresenta um maior nível de consumo.

Por outro lado, a população de baixa renda não tem sido atendida face a sua descapitalização e ao fato de o nível de consumo ser baixo, destinado basicamente para o consumo doméstico, não sendo, portanto, rentável para a concessionária.

O estabelecimento de uma estratégia de planejamento, que permita a implantação de sistemas de distribuição de energia elétrica disseminada por toda uma região, é uma solução para se permitir o acesso de todos os consumidores em potencial, independente do nível de consumo.

Não obstante, prevalece a questão relativa a validade de se eletrificar uma região independente dos reflexos indutores de aumento do nível de renda.

2.3 - Planejamento

2.3.1- Geração, Transmissão e Distribuição

De um modo geral, um sistema elétrico pode ser dividido em três sistemas, a saber: Geração, Transmissão e Distribuição.

O Sistema de Geração refere-se ao sistema de transformação de alguma espécie de energia (potencial, cinética, térmica etc.) em energia elétrica. Ao se elaborar um plano de geração, vários tipos e tamanhos de geradores devem ser selecionados, de forma a se minimizar os custos por kW

de energia gerada. De acordo com as especificidades e disponibilidades regionais, podem ser consideradas as seguintes fontes de energia: nuclear, carvão, óleo combustível, solar, eólica, geotérmica, etc.

O Sistema de Transmissão refere-se ao sistema de transporte da energia dos centros de geração até próximo dos centros consumidores. Como forma de redução de custos e melhor eficiência de transmissão, a condução de energia é feita em extra alta tensão (69.000 a 1.500.000 V).

O Sistema de Distribuição, a que se pretende ater mais profundamente, pode ser dividido nos seguintes subsistemas:

- Subestação de Distribuição - recebe energia elétrica da subestação de transmissão nas tensões compreendidas entre 69 a 1.500 KV e transforma em energia na faixa de 6 a 35 KV.

- Rede Primária - transporta energia na faixa de 6 a 35 KV da subestação de distribuição até os transformadores de distribuição dos logradouros públicos.

- Transformadores de Distribuição - recebem energia na faixa de 6 a 35 KV e transformam para tensão de consumo (110 a 480 V).

- Rede Secundária - transporta energia na faixa de 110 a 480 V do transformador de distribuição até a propriedade do(s) consumidor(es).

2.3. 2- Sistemas Alternativos

O suprimento de energia elétrica para a área rural deve conjugar fontes, tanto da rede elétrica das concessionárias, como de gerações independentes. A otimização da seleção das fontes deve ser função de fatores como minimização dos custos, qualidade e segurança do serviço e regime de operação e manutenção.

A seleção das fontes é difícil, tendo em vista: constantes alterações nos preços relativos, dependência em função da utilização pretendida (iluminação, bombeamento, força matriz etc.); e características regionais.

A maioria dos programas de eletrificação rural é baseada na extensão de centrais elétricas.

A utilização de fontes de geração independentes pode ser indicada em casos, tais como:

- abundância de fontes de energia renovável como vento e pequenas quedas d'água, aliada ao afastamento de subestações de distribuição; e

- densidade populacional baixa, atividades comerciais e industriais de pequena escala e renda familiar média baixa.

As mais comuns alternativas de geração:

- Geradores Diesel
- Hidrelétricas de pequeno porte
- Fontes de energia baseadas em Biomassa
- Geradores Eólicos
- Células Foto Voltáicas.

- Geradores Diesel - a geração de energia elétrica a partir do diesel é amplamente empregada, sendo utilizada, inclusive, como fonte de emergência em atividades que não podem prescindir de um fornecimento contínuo. É uma tecnologia conhecida cujos custos de manutenção e operação são baixos.

- Hidrelétricas de pequeno porte - a energia hidrelétrica aproveitada em plantas de pequeno porte é quase desprezível. Do ponto de vista operacional, a tecnologia é relativamente conhecida. As hidrelétricas de pequeno porte podem ser classificadas em:

- mini-hidrelétricas - basicamente são bombas operando ao inverso. Os geradores ficam instalados em pequenas estruturas e a água circula pela turbina através de tubulação convencional. Como exemplo, pode-se citar as turbinas de bulbo, roda Pelton, turbina Francis etc. Produz, de uma maneira geral, até 2.000 kW.
- pequenas hidrelétricas - essencialmente são instalações hidrelétricas comuns em pequena escala, produzindo até cerca de 10.000 KW.

- Biomassa - existe uma série de tecnologias relativas à utilização da biomassa para geração de eletricidade, entre as quais se pode citar:

- gaseificadores - o processo basicamente envolve a gaseificação de matéria orgânica seca, como o carvão vegetal e resíduos celulósicos, através da combustão parcial em vasos. O resultado é a produção de gás com poder calorífico de 15 a 20% do gás natural, que pode ser queimado em caldeiras por outros combustíveis ou usado em máquinas de combustão interna. Uma série de outros produtos, como óleo de babaçu e casca de arroz, tem sido testada, sendo necessário maior estudo, principalmente no que tange à composição das cinzas;
- reatores biológicos - processo que envolve a biodigestão anaeróbica de resíduos orgânicos visando a produção de mistura combustível de gases, chamada biogás, contendo de 55 a 65% de metano.

O biogás é produzido a partir da fermentação do material (afluente) no digestor ou vaso, sendo necessário a existência de um fluxo de alimentação contínuo, típico em propriedades rurais.

A produção de biogás é obtida mediante ação de, no mínimo, dois tipos de bactérias (metanogênicas e acidogênicas), sendo sensível à temperatura ambiente, acidez e tipo de resíduo utilizado (estrupe animal, sobras de alimentos e matérias orgânicas em geral).

O biogás é retirado sob pressão de uma válvula no topo, enquanto que o efluente, um fertilizante precioso, é coletado do fundo. O efluente ao ser retirado deve apresentar pH próximo de sete e demanda biológica de oxigênio (DBO) tendendo a zero, o que caracteriza a biodigestão completa. Um dos maiores problemas do reator biológico é o tempo de retenção hidráulica (TRH), que corresponde ao tempo necessário para se completar a biodigestão. O TRH alto induz a necessidade de um reator de grande capacidade de acumulação, o que inviabiliza economicamente alguns projetos.

No Brasil, o Estado de Santa Catarina é a unidade da federação com maior número de unidades instaladas. Entretanto, grande parte com tecnologia rudimentar, com problemas de fornecimento contínuo de afluente e TRH elevado (10 a 20 dias). Algumas destilarias de álcool adotam tecnologia mais moderna, que possibilita obtenção de TRH entre 1 e 2 dias, utilizando o vinhoto e a água de lavagem da cana.

A China e a Índia são os países que possuem os programas mais amplos de produção de biogás na área rural.

- Turbinas a Vapor - consiste na geração de energia elétrica através da movimentação das pás de uma turbina induzida pelo fluxo de vapor à alta pressão. O vapor é gerado numa caldeira, pela queima de resíduos vegetais secos (bagaço de cana de açúcar, a casca de arroz, caroço de pêssego, etc.).

- Geradores Eólicos - consiste na geração de energia elétrica através da movimentação das hélices de um rotor. Tem sido usado há centenas de anos, não necessariamente para geração elétrica. Mesmo hoje, são economicamente mais viáveis em atividades onde não haja necessidade de continuidade, como bombeamento d'água. Basicamente são indicados para regiões com incidência de ventos contantes, sendo que no caso de intermitente ou sazonal há necessidade de outra fonte de energia paralela ao sistema.

- Células Fotovoltáicas - indicadas para áreas com alta incidência solar ao longo de todo o ano. Devem ser necessariamente acompanhadas por equipamentos de suporte, tais como baterias de armazenagem para fornecimento em períodos como a noite. As maiores dificuldades relacionam-se com um sistema econômico e tecnicamente viável de se armazenar energia.

2.3.3 - Plano Diretor

A elaboração de um programa de eletrificação rural deve ser pautada pelo estabelecimento de uma estratégia de planejamento de longo prazo.

Esse planejamento chamado de Plano Diretor, deve se fundamentar na avaliação das questões do desenvolvimento rural integrado, da geração regional de energia, do perfil do fator de carga e da densidade populacional.

O plano diretor permite que se otimize a utilização de fontes alternativas de energia existentes a nível regional e local, de modo a se obter o menor custo por KWh consumido, além de garantir, através do atendimento de diversos perfis de consumo, uma melhoria sensível do fator de carga e conseqüentemente, da rentabilidade do sistema.

Nesse sentido, faz-se necessário um plano em um contexto mais amplo - Cobertura Global, de forma que através do estudo completo de uma região, previamente selecionada, possa-se tomar o processo de eletrificação rural mais eficiente. A Cobertura Global tem a função de distribuir os custos de implantação por consumidor de um sistema, independente da densidade populacional das regiões participantes. Além disso, impede que os ramais proliferem de maneira desconexa, provocando sobre-cargas pelo crescimento acentuado da linha, e custos de implantação na área superiores aos que seriam observados caso houvesse um planejamento antecipado.

A Cobertura Global permite compatibilizar o atendimento a consumidores com maior capacidade de consumo de energia elétrica e que a utilizam nos setores agrícola, industrial e comercial, bem como a consumidores de baixa renda que a utilizam para a melhoria dos padrões de conforto.

A não elaboração da Cobertura Global, pode, ao mesmo tempo em que induz a eletrificação de regiões de maior densidade populacional (consumidor por Km), e em conseqüência menor custo de implantação por consumidor, inviabilizar a eletrificação de regiões mais dispersas, e, portanto, de maior custo de implantação por consumidor.

III - ELETRIFICAÇÃO RURAL NO MUNDO

O processo de eletrificação rural está de um modo geral completo nos países desenvolvidos.

Apresenta-se de forma sucinta, a seguir, as experiências dos Estados Unidos da América no tocante à política governamental, legislação específica e método de implantação; que podem servir de parâmetros para a compreensão do processo da eletrificação rural no Brasil.

Além disto, apresenta-se alguns enfoques sobre o processo de eletrificação rural em outros países.

3.1 - Estados Unidos da América - EUA

A análise da experiência norte-americana é interessante para o Brasil, dadas as várias semelhanças geográficas entre os dois países.

Embora a eletrificação rural tenha se iniciado nos EUA nos primeiros anos do século, somente a partir da criação da Rural Electrification Administration - REA, no início da 2ª metade da década de 30, o processo tomou impulso.

Na realidade, a REA começou como parte do programa de combate ao desemprego criado pelo Presidente Franklin Roosevelt, como resposta a Grande Depressão de 1929.

Em fins de 1935, as empresas de energia elétrica norte-americanas atendiam 717.347 fazendas do país, correspondendo a 10,9% das fazendas existentes.

Como para a construção das redes rurais era necessário mão-de-obra especializada, inexistente na zona rural, a REA tentou contratar as concessionárias de serviços elétricos, que nos EUA são empresas privadas, para a execução dos serviços.

Entretanto, essas concessionárias de energia elétrica alegaram que o plano de eletrificação rural do governo não era exequível, pois:

- 42% das fazendas norte-americanas eram exploradas por arrendatários e, portanto, estes não iriam se arriscar em tomar financiamento para estruturar a propriedade de terceiros;
- 50% das fazendas estavam hipotecadas e, portanto, seus proprietários possuíam problemas de recursos;
- a renda média destas fazendas era muito baixa;
- o uso da energia elétrica seria muito pequeno porque a parte predominante do trabalho rural não poderia ser realizado eletricamente;
- as propriedades já atendidas pelas empresas de energia elétrica eram as que tinham condições econômicas para a sua eletrificação; e
- nenhuma empresa poderia atender o mercado rural sem uma razoável expectativa de renda, suficiente para cobrir os custos operacionais e os custos fixos de investimento.

Devido a negativa dada pelas concessionárias, a Rural Electrification Administration - REA, em 20/05/36, passou a operar como uma agência financiadora para execução de um programa de eletrificação rural. Os financiamentos poderiam ser concedidos a empresas, municipalidades, cooperativas etc., que desejassem construir sistemas elétricos na zona rural do país. Os termos dos financiamentos eram:

- prazo: 25 anos (alterado para 35 anos em 21/09/44)

- juros: igual a média paga pelo governo na sua dívida de longo prazo (alterados para 2% a.a., em 21/09/44).

Na tabela abaixo, apresenta-se o número de propriedades rurais eletrificadas nos EUA até 1935 e até 1968, demonstrando que praticamente todas foram eletrificadas no período.

FAZENDAS ELETRIFICADAS			
1935		1968	
Nº	%	Nº	%
717.347	10,9	3.010.700	98,4

Fonte: REA

Deve-se observar, entretanto, que o número de propriedades rurais dos EUA diminuiu de cerca de 6.580.000, em 1935, para cerca de 3.060.000, em 1968, o que corresponde a uma redução de 53% no número de fazendas.

O sucesso da REA deveu-se, em linhas gerais, à preocupação de se pesquisar e usar métodos mais baratos de construção de redes de eletrificação rural. Tais condições de custos foram conseguidas com o uso do sistema monofásico fase/neutro (detalhadas no item 4.6), cabos mais leves e de alta resistência, e postes de madeira leves e em menor quantidade (devido à utilização de maiores vãos - distância entre postes). Além disso, o uso de especificações e padrões de construção uniformes, para a aquisição de materiais e equipamentos e a construção das linhas rurais, permitiu uma sensível redução dos custos das mesmas.

A implantação da eletrificação rural iniciava-se com o interesse de um grupo de uma região que se reunia para esse fim. A forma de organização podia ser uma companhia de eletricidade, estabelecida como sociedade anônima, uma cooperativa de eletrificação rural ou outro tipo de organismo público, como por exemplo um serviço municipal de energia elétrica.

Caso a cooperativa fosse a forma escolhida, o grupo interessado começava um trabalho de fomento, visando atingir todos os consumidores da região em questão, de modo que o custo por ligação fosse o menor possível. Em reuniões com os técnicos da REA, apresentavam-se os exemplos de eletrificação rural de regiões próximas, os termos dos financiamentos e algumas condições, entre as quais a de que as propriedades individuais não eram hipotecadas para garantir o financiamento. O projeto da rede de eletrificação rural passava desde a análise técnica até a análise sócio-econômica da região (renda média, público a ser atendido, economia da região, etc.).

Um dos elementos importantes para a redução dos custos era a passagem da linha elétrica dentro da propriedade, sendo, inclusive, exigido dos proprietários a concessão do direito de passagem para participarem da cooperativa.

A organização de demonstrações de eletrodomésticos, equipamentos elétricos, bombas e outros itens era feita visando o aumento da demanda elétrica pelo consumidor, através da melhoria do nível de vida da população rural. Os fabricantes desses itens participavam das demonstrações, pois a zona rural representava um novo campo de vendas.

Assim, os EUA estão, praticamente, com toda a sua zona rural eletrificada, sendo 51% da mesma atendidos por cooperativas de eletrificação rural, 43% por companhias particulares de energia elétrica e 6% por companhias municipais.

Apesar de resultados tão satisfatórios, o sistema americano de eletrificação rural apresenta alguns problemas que até hoje perturbam a indústria de energia elétrica daquele país. O mais importante é o da duplicação das linhas rurais, resultante da quebra do princípio básico do monopólio nos serviços de utilidade pública. Assim, em muitas regiões, há redes elétricas paralelas, representando um custo social desnecessário para o país.

3.2 - Outros Países

A maioria dos programas de eletrificação rural implantados foi feita através da intervenção do Estado, inclusive com financiamentos subsidiados.

Como exemplo, pode-se destacar a Austrália que, visando estimular a implantação de redes de distribuição de energia elétrica na zona rural, criou um fundo para financiar a população rural. O financiamento era constituído de uma parcela não reembolsável e outra reembolsável a uma taxa de juros fixa de 8,5% ao ano com período de amortização de até 30 anos.

A utilização de tecnologias simplificadas adaptáveis aos níveis de consumo da zona rural foi outro importante aspecto para permitir o acesso da população rural à utilização de energia elétrica.

Deste modo, a Austrália, que se caracteriza por uma baixa densidade de consumidores por unidade de área, passou a implantar um sistema monofásico com um único condutor elétrico (detalhado no item V). Esse sistema apresenta os menores custos de implantação e operação, permitindo o atendimento mais extensivo.

Recentemente, em dezembro de 1987, o Ministério de Obras e Serviços Públicos da Argentina decidiu incentivar a utilização de sistemas de distribuição de energia elétrica simplificados, como forma de redução de custos, visando permitir que as populações da zona rural tenham acesso a eletricidade. Para tal, decidiu promover e patrocinar estudos sobre sistemas, materiais e tipos de montagem que reduzam os custos de implantação de redes de distribuição e se adaptem às características de consumo e ocupação populacional da zona rural. Ao mesmo tempo, resolveu autorizar a aplicação de diversas tecnologias e equipamentos que já vêm sendo utilizadas em outros países e que concorrem para a redução dos custos pretendida.

Outra característica desses programas é a sua integração com os planos governamentais de desenvolvimento econômico. Na União das Repúblicas Socialistas Soviéticas - URSS há uma completa articulação dos planos de eletrificação rural com o desenvolvimento da agricultura, da indústria rural, da indústria em geral e de outras áreas da atividade econômica.

Além disto, a orientação técnica e o estímulo à utilização de equipamentos elétricos pelos consumidores foi fundamental porque, ao mesmo tempo em que estimula o mercado interno e melhora o padrão de vida da comunidade rural, permite a operação dos sistemas elétricos rurais, senão lucrativamente, pelo menos com um mínimo de prejuízo para as empresas que os exploram.

IV - A ELETRIFICAÇÃO RURAL NO BRASIL

4.1 - Histórico

No Brasil, os primeiros casos de eletrificação rural surgiram no Rio Grande do Sul. Em 01.02.43 foi criada a Comissão Estadual de Energia Elétrica - CEEE, tendo construído 5.000 km de linhas de alta tensão, de distribuição primária e de sub-transmissão, e atendidos cerca de 60.000 consumidores rurais até 1968. Nesses atendimentos, as municipalidades participaram de execução das linhas, contribuindo com parte dos recursos.

Até 1968, a característica predominante do serviço era a da distribuição direta pela CEEE. A partir dessa data, iniciou-se a segunda fase da eletrificação rural no Rio Grande do Sul, passando o atendimento a ser realizado por cooperativas de grande porte.

Embora tenha havido esforços anteriores, somente através do Decreto 67.724, de 15.05.68, definiu-se a eletrificação rural e o consumidor rural, determinando-se o tratamento tarifário a ser aplicado à classe rural.

A definição de eletrificação rural foi elaborada no 1º Simpósio Nacional patrocinado pelo Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário - INDA, criado em 1.964, com o objetivo, entre outros, de planejar programas e promover medidas visando a implantação e o desenvolvimento da eletrificação rural.

A definição era a seguinte:

Entende-se por eletrificação rural a prestação de serviços de energia elétrica aos consumidores rurais individualizados ou integrantes de cooperativas de eletrificação rural, assim caracterizados:

- a) localizarem-se em área rural, ou seja fora do perímetro urbano e suburbano das redes municipais e dos aglomerados populacionais com mais de 2.500 habitantes;
- b) dedicarem-se às atividades ligadas diretamente à exploração agropecuária, ou seja, o cultivo do solo, com culturas permanentes ou temporárias; criação de pequenos animais; criação, criação ou engorda de gado; silvicultura; piscicultura; reflorestamento; e extração de produtos vegetais; e
- c) dedicarem-se a qualquer outra atividade na zona rural, desde que a potência posta a sua disposição não ultrapasse a 45 KVA.

Em 13.08.70, foi criado o Grupo Executivo de Eletrificação Rural - GEER para movimentar recursos do I Programa Nacional de Eletrificação Rural - I PNER, suprido com recursos do Fundo de Eletrificação Rural - FUER, constituído 50% por empréstimos do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, 30% por recursos da União e 20% por recursos das cooperativas de eletrificação rural.

Esse I PNER, celebrado com o BID, foi orçado em US\$ 61,600,000.00 (Sessenta e um milhões e seiscentos mil dólares), sendo que o BID participou com US\$ 30,800,000.00 (Trinta milhões e oitocentos mil dólares), dos quais US\$ 24,650,000.00 (Vinte e quatro milhões, seiscentos e cinquenta mil dólares) correspondiam a recursos de transações anteriores com o trigo e que estavam depositados no Banco do Brasil.

Um dos problemas gerados foi a exigência de que a eletrificação rural se desse através das cooperativas, seguindo o modelo norte-americano. Na realidade, essa exigência constituiu-se num erro pois, ao contrário dos EUA, as concessionárias, no Brasil, em sua maioria, são estatais, e portanto seguem as decisões do governo.

Portanto, na forma como a maioria das cooperativas foi formada, visando unicamente a captação de financiamentos externos, não se justifica a sua formação, pois, geralmente, são fracas e manipuladas politicamente.

A falha na interpretação de eletrificação rural como apenas eletrificação agrícola penalizou as cooperativas, pois o sistema passou a trabalhar com fator de carga muito baixo (ver item 4.3), tornando grande parte dos investimentos anti-econômica.

A seguir apresenta-se um quadro comparativo entre os resultados planejados e os efetivamente realizados pelo IPNER.

PARÂMETRO	RESULTADO	
	PLANEJADO	EXECUTADO
Consumidores Atendidos	32.520	28.056
Km de Rede de Distribuição Rural (RDR)	26.024	16.446
Potência Instalada (KVA)	240.703	139.753
Custo/Consumidor (US\$)	2.160	1.954
Prazo de Implantação (Anos)	3	7

Através da análise do quadro anterior, observa-se que o custo por consumidor foi menor do que o planejado. Isso se deve ao fato de se ter beneficiado as regiões de maior concentração, conforme pode ser verificado comparando-se os valores do número de consumidores por Km e os Kms de RDR. Ao tomar esse tipo de medida, pode-se estar inviabilizando a eletrificação de áreas com população mais dispersa, pois os custos se tornam muito elevados.

Os consumidores no IPNER foram beneficiados por intermédio de 94 cooperativas de 10 Estados, sendo que para o financiamento destas cooperativas adotou-se dois esquemas: empréstimos diretos às cooperativas e empréstimos às concessionárias para repasse às cooperativas.

A seguir, apresenta-se um quadro resumo sobre os custos:

Item	Empréstimo Direito	Repasse
% sobre os Recursos Totais	51,2	48,8
Relação do Custo Médio por Propriedade Eletrificada	0,4776	1
Relação do Custo Médio por Km de linha	0,7889	1

Os termos dos financiamentos foram:

- prazo : até 30 anos sendo 4,5 anos de carência
- juros : 3,25% a.a.
- comissão: 0,75%

Um aspecto sintomático que demonstra a fraqueza das cooperativas é que 90% dos contratos do IPNER foram executados com a participação efetiva das concessionárias, o que demonstra que a entidade cooperativista, na maioria das vezes, foi usada como artifício de obtenção dos recursos.

Em junho de 77, com o encerramento do IPNER e a decisão de manter o mesmo objetivo, o governo reformulou os órgãos: o GEER passou a se denominar Grupo Executivo de Eletrificação Rural de Cooperativas; e o FUER - Fundo de Eletrificação Rural de Cooperativas.

Em 1978, foi firmado outro contrato com o BID no valor de Cr\$ 10.000.000.000,00 (dez bilhões de cruzeiros), sendo 32% do BID e 68% do Ministério da Agricultura, Governos Estaduais e cooperados. Dos recursos emprestados pelo BID, apenas US\$ 15,750,000.00 (quinze milhões e setecentos e cinquenta mil dólares) corresponderam a 'dinheiro novo', enquanto que o restante correspondeu a conversão de recursos de transações anteriores.

O IPNER implantou 40.537 km de redes de distribuição rural, atendendo 73.369 propriedades e 20 povoados em 18 Estados e no Distrito Federal.

No período 76/80, foi desenvolvido pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRAS, um Programa de Eletrificação Rural abrangendo 16 Estados, 1 Território e o Distrito Federal.

Foram construídas 64.367 km de redes de distribuição rural tendo sido atendidas 116.357 propriedades rurais e instalados 66.488 transformadores.

Nesse programa, 50% dos circuitos e 57% dos transformadores instalados foram monofásicos.

Foram aplicados recursos na seguinte composição: 52,3% da ELETROBRAS e 47,7% das Concessionárias e usuários.

Em dezembro de 1983, a ELETROBRAS assinou com o Banco Mundial - BIRD um contrato de financiamento, objetivando a implantação de redes de eletrificação rural em áreas da Companhia Paranaense de Eletricidade - COPEL e Companhia de Eletricidade de Minas Gerais - CEMIG.

Os recursos destinados eram compostos por 40% do BIRD e 60% da concessionária e dos consumidores. Para investimentos da ordem de US\$ 200,000,000.00 (duzentos milhões de dólares), a COPEL tinha por meta atender 88.400 propriedades rurais com redes de distribuição de 46.000 Km de extensão. A CEMIG, com recursos de cerca de US\$ 217,000,000.00 (Duzentos e dezessete milhões de dólares) pretendia atender 60.000 propriedades rurais com redes de distribuição de 60.000 Km de extensão.

Paralelamente à ação do governo federal, alguns governos estaduais e municipais, conscientes da necessidade de apressarem o processo de eletrificação rural, devido aos diversos reflexos advindos deste, lançaram programas em suas áreas de ação. Entretanto, devido aos problemas financeiros dos Estados e Municípios, os esforços, salvo exceções, foram pontuais e pouco representativos.

Não obstante, a medida que mais instituições conscientizam-se da importância dos reflexos advindos da eletrificação rural, como, por exemplo, a melhoria do bem-estar da comunidade rural, maior será a pressão política para se estabelecer um Programa de Eletrificação Rural factível.

4.2 - Estatística

No Anexo I, encontram-se quatro quadros a seguir comentados:

- . quadro 1 - apresenta um comparativo entre a zona urbana e rural no que se refere ao número de domicílios que utilizavam iluminação elétrica em 1.980.
- . quadro 2 - apresenta o perfil das propriedades rurais em 1980 por extrato de área (total, até 20 ha, até 50 ha e até 100 ha).
- . quadro 3 - apresenta o número de propriedades rurais que utilizavam energia elétrica em 1980, dando ênfase a três extratos de propriedade (até 20 ha, até 50 ha e até 100 ha).
- . quadro 4 - apresenta o número de propriedades rurais eletrificados pelas concessionárias em 1984.

Ao se verificar a situação da eletrificação rural no país, constata-se que há uma grande disparidade entre os atendimentos na zona urbana e na rural. Enquanto que, em 1980, 88,22% dos domicílios na zona urbana eram atendidos por iluminação elétrica, esse atendimento era de apenas 21,44% dos domicílios da zona rural (quadro 1).

Por outro lado, observa-se que, em 1980, apenas cerca de 10% das propriedades rurais possuíam energia elétrica (quadro 2). Além disso, conforme pode ser verificado no quadro 3, o percentual de propriedades de até 20 ha atendidas era de 7,69%.

Nos quadros apresentados, verifica-se que as Regiões Sul e Sudeste estão em um estágio de eletrificação bem superior às demais Regiões. Além disso, grande parte dos governos dos Estados da Região Sul e Sudeste tem desenvolvido programas de eletrificação durante a década de 80, de modo que o percentual de atendimentos na zona rural tem crescido muito.

Em 1980, apenas 1,82% das propriedades rurais do Nordeste utilizavam energia elétrica. Este valor merece destaque, uma vez que o Nordeste apresentava, em 1980, 47,36% das propriedades totais do país.

Logo, tendo em vista a necessidade de redução das desigualdades regionais e de melhoria das condições de vida das populações rurais carentes, o Nordeste deve ter prioridade no tocante a implantação de redes de distribuição de energia elétrica simplificadas.

4.3 - Questões Gerais

No processo de eletrificação rural de diversos países, observou-se que as entidades responsáveis pelo serviço resistiram em levar a energia elétrica para regiões de baixo consumo/per capita e baixa densidade populacional. Isto foi motivado pelo fato de o prazo de retorno do investimento em sistemas elétricos na zona rural ser muito longo.

O investimento é feito para implantar um sistema que atenda o pico de demanda observado em um período estipulado. A receita é auferida por intermédio da cobrança de uma taxa pela energia elétrica consumida.

Na zona rural, o nível de consumo baixo aliado a um baixo grau de utilização do sistema (fator de carga), torna o retorno do investimento longo, não estimulando a concessionária a financiar a implantação da rede de distribuição de energia elétrica.

Como consequência, o Estado teve de intervir, através da transferência de parcela do ônus da implantação dos sistemas para a população rural. Neste sentido, o Estado contribuiu com a concessão de financiamentos com condições de pagamento vantajosas, seja por meio de prazos de amortização longos, seja por meio de subsídios.

Uma das importantes características da demanda de energia elétrica é a sua natureza sazonal.

Essa natureza sazonal é composta por duas parcelas, a saber:

- parcela diária:

A curva do consumo médio diário apresenta alguns picos de curta e média duração. No caso de propriedades rurais com utilização produtiva, por exemplo irrigação, o pico de consumo corresponde ao período diário em que as bombas funcionam. No caso de domicílios rurais, a curva de consumo é similar a dos domicílios urbanos, entretanto com menor consumo. Ao se observar o perfil das curvas de carga, é facilmente verificável que o fator de carga (demanda média em um período dividido pela demanda máxima no mesmo período) é muito baixo. Isso resulta na subutilização da capacidade, provocando que, dado a cobrança de tarifas em função do consumo, o sistema não seja rentável.

- parcela mensal:

Corresponde a uma componente característica de alguma época do ano. No caso de propriedades rurais, corresponde ao período de beneficiamento da produção. Em regiões características de irrigação, o período de pico coincide com a época do funcionamento das bombas.

O sistema de distribuição de energia é projetado para atender o período de máxima demanda, levando em considerações as perspectivas de crescimento no curto prazo.

Como forma de atenuar o custo dos projetos de eletrificação, alguns especialistas propõem o atendimento parcial do pico de demanda de maneira que os consumidores acionem, ao mesmo tempo, apenas uma parcela dos equipamentos instalados a nível de propriedade. Entretanto, isto pode levar, no tocante à produção, à quebra de safra. Além disso, os agricultores, ao não terem sua demanda de energia elétrica atendida pela rede de distribuição durante o pico máximo de utilização, ficam insatisfeitos, podendo conduzir, como ocorrido em alguns casos na Costa Rica e Índia, à aquisição de geradores diesel.

Medidas dessa magnitude devem ser tomadas com cautela uma vez que, como no caso anterior, é melhor atender o pico máximo com um único sistema.

A sazonalidade mencionada é, portanto, um dos fatores que mais contribui para as baixas taxas de retorno de vários projetos de eletrificação rural, onde o baixo fator de carga do sistema implica que grande percentual do estoque de capital não seja usado durante a maior parte do tempo.

Como ilustração do baixo nível de consumo da zona rural, apresenta-se, a seguir, pesquisa efetuada pela COPEL, em 1981.

Faixa KWh	Consumidores Pesquisados		Demanda Máxima (KW)		Carga Instalada (KW)		Nº Motores P/Consumidor	Potência Instalada Motores (CV)	
	Nº	%	Indiv.	Média	Máx.	Média	Média	Máx.	Méd.
0-100	33	41,25	1,80	0,68	8,19	2,50	0,45	7,50	0,54
101-200	22	27,50	2,50	1,43	11,28	5,31	0,64	7,75	1,55
201-300	12	15,00	3,40	2,31	17,64	8,69	1,42	7,75	2,81
301-500	7	8,75	6,60	4,10	32,80	13,33	2,14	9,50	4,82
501	6	7,50	9,20	6,43	24,88	17,31	3,83	13,50	8,91
TOTAL	80	100,00	9,20	1,86	32,80	6,26	1,05	7,50	2,16

Fonte: Revista Mundo Elétrico

No atendimento aos consumidores pesquisados, constatou-se uma demanda máxima média global não coincidente de 1,86 kW, correspondente a um fator de demanda de 30% da carga média instalada de 6,26 kW e a um fator de utilização de energia de 23% da potência média instalada de 8,0 KVA por consumidor.

Quanto a forma de utilização da energia, constatou-se:

- a energia elétrica é utilizada em menor proporção nas pequenas propriedades;
- a energia é aplicada primordialmente para fins de conforto e bem-estar da população rural;
- a energia elétrica para fins de iluminação substitui a totalidade dos lâmpões e lamparinas à querosene;
- o número médio de eletrodomésticos existentes em cada propriedade é de 3,8, destacando-se geladeiras, televisores, ferros elétricos e chuveiros; e
- o consumo cresce em função do tempo, com a incorporação da energia elétrica como fator de produção.

Como forma de combater o baixo fator de carga, as concessionárias tentam estimular o consumo fora do período do pico. Esse consumo, nos países desenvolvidos, foi estimulado através de uma política de marketing de produtos elétricos para beneficiar a produção agrícola. O marketing era feito durante a implementação das redes elétricas.

No Brasil, o pequeno produtor rural, geralmente, se caracteriza por sua descapitalização, motivada pela baixa produtividade, problemas de armazenagem e comercialização, dificuldade de acesso ao crédito rural, além de fatores diversos relacionados com a desorganização da comunidade e a má qualidade de vida.

Devido a essa descapitalização, para a implantação de redes de distribuição de energia elétrica - RDE é necessário a concessão de financiamentos aos pequenos produtores rurais.

Os pequenos produtores rurais passam, então a destinar parcela ponderável dos seus excedentes para o pagamento da amortização e dos juros do financiamento.

Assim, a maioria dos consumidores passa a apropriar, no curto prazo, os benefícios relativos a melhoria do padrão de conforto. No que tange à melhoria de renda, são necessários investimentos complementares que normalmente só são realizados a médio e longo prazo. Como forma de elevar a renda no curto prazo, propõe-se que sejam agregadas algumas atuações, tais como assistência técnica e crédito rural, de forma a se melhorar a infra-estrutura produtiva.

A concessão destes fundamentos complementares conduz, paralelamente, à melhoria do perfil do fator de carga da zona rural.

A confusão de eletrificação rural com eletrificação de propriedades agrícolas, conforme já citado, é outra razão que leva a um baixo fator de carga, pois ao se eletrificar apenas propriedades rurais com curvas de carga parecidas se está reforçando a existência de picos. A eletrificação rural ao abranger outros tipos de demanda (comércio, micro-indústrias e consumidores domésticos) tende a aumentar o consumo médio e equilibrar o fator de carga. Isto torna o sistema elétrico mais viável economicamente, uma vez que o pagamento de tarifas é maior.

4.4 - Características das Concessionárias e Cooperativas

A Eletrificação Rural, conforme já citado, traz um ônus adicional ao consumidor rural, no que se refere ao fato de que este, além de pagar a tarifa de consumo e demanda, tem que financiar a implantação da rede.

No Brasil, destacam-se três formas distintas de eletrificação rural.

a) Concessionárias de Energia Elétrica

No Brasil, essas concessionárias são empresas de sociedade anônima, sendo a maioria controlada pelos governos estaduais. Por se tratar de um monopólio por área de concessão, essas empresas são obrigadas a servir a todos que solicitem seus serviços e na quantidade desejada, sem discriminação, sendo o preço do seu único produto (kWh) fixado pelos órgãos regulamentadores federais.

Uma das características das empresas é a alta relação do investimento por renda bruta de operação anual da ordem de 5 a 8:1. Além disso, têm a particularidade de trabalhar sob condições de custos decrescentes, isto é, o custo médio unitário diminui com o aumento da produção.

Logo, verifica-se, cada vez mais, a necessidade de buscar novas tecnologias, de forma a minimizar os investimentos e maximizar a eficiência do sistema, induzindo a melhoria dos fatores de carga das diversas redes.

A execução pelas concessionárias dos programas de eletrificação rural justifica-se pelo fato de estas já serem responsáveis pela distribuição, podendo articular o programa com os planos de expansão e operação do sistema. Ao mesmo tempo, têm condições de prestar, geralmente, um melhor serviço devido à estrutura já existente.

Por outro lado, tendo em vista que as concessionárias têm o monopólio da prestação de serviços de distribuição de energia elétrica, todo projeto/programa a ser implementado na região de abrangência da concessionária deve ter autorização da mesma.

isto dificulta a ampliação da área de atendimento das cooperativas, pois as concessionárias resistem em aprovar os projetos, tendo em vista o interesse de monopolizar um mercado em potencial.

b) Cooperativas de Eletrificação Rural

As Cooperativas de energia elétrica surgiram no início do século nos países escandinavos, em consequência do desinteresse das concessionárias de energia elétrica de prestar o serviço no meio rural, face a pouca rentabilidade do mesmo. Esta situação aconteceu também nos EUA.

Na realidade, o atendimento na zona rural representa para o consumidor rural mais um ônus do que uma vantagem. Significa que ele assumirá os investimentos com a construção dos sistemas elétricos que na cidade são custeados por todos os consumidores. Assumirá, ainda, os riscos decorrentes da manutenção e operação dos mesmos (cooperativas autônomas), provocando que o aporte de recursos para investimento fixo por consumidor seja maior do que no caso de concessionárias.

São questionáveis as vantagens da eletrificação rural quando fundamentadas apenas nos aspectos de desenvolvimento comunitário. A análise deve agregar considerações econômicas, no que se refere aos custos de implantação, manutenção, operação e administração do sistema.

Entre as principais vantagens da implantação da eletrificação rural por cooperativas ao invés de ser por intermédio de concessionárias, podem ser destacadas:

- participação de consumidores rurais e poderes públicos (municipal, estadual e federal) na alocação de recursos para o financiamento da implantação da rede elétrica;
- custos de implantação inferiores em cerca de 40% aos das concessionárias; e
- melhor atendimento do que o prestado por concessionárias na zona rural, pois essas ao visarem apenas lucro, estão mais interessadas em áreas de maior demanda e com retorno no menor prazo.

Entretanto, as cooperativas enfrentam alguns problemas:

- demanda por serviços na zona rural tende a ser superior aos recursos existentes, sendo as cooperativas incapazes de tomar recursos no mercado, pois a atividade é de retorno lento e risco elevado;
- relacionamento com as concessionárias é difícil, porque são encaradas como concorrentes e usurpadoras de um mercado futuro potencial; e
- problemas de tarifação da energia elétrica, pois alguns benefícios tarifários não são repassados às cooperativas, levando a um custo por kWh bem superior ao das concessionárias, que subsidiam o preço da prestação de serviços na área rural, repartindo o ônus entre todo o restante dos consumidores. Isto é possível porque a zona rural corresponde a cerca de 3% do consumo geral do país.

As Cooperativas podem ser classificadas em tuteladas e autônomas, sendo formadas, na maioria dos casos, em função dos recursos disponíveis nos programas de eletrificação rural por cooperativas.

As Cooperativas tuteladas são ligadas, via de regra, a uma concessionária de energia elétrica e se destinam exclusivamente à distribuição de energia. O único pressuposto exigido para a implantação de uma cooperativa de eletrificação rural tutelada é o de servir a uma área de média de consumo alta. Pode-se dizer que tal cooperativa existe apenas como instituição, pois não possui qualquer estrutura.

Entre as suas limitações cita-se o fato de que por não ter estrutura de apoio, não pode expandir o seu sistema elétrico, sendo, portanto, incapaz de atender demandas regionais de eletrificação rural. Além disso, como visa atender áreas de alta média de demanda, impossibilita a eletrificação de propriedades dispersas, eliminando a eficácia da eletrificação rural como infra-estrutura de desenvolvimento. Esse modelo de cooperativa, em linhas gerais, se resume à construção de pequenos ramais pendurados ao longo das linhas das concessionárias, sendo pois condenada a comprar energia em baixa tensão sem qualquer possibilidade de racionalização de uso, através da diversificação da demanda.

As Cooperativas autônomas são estruturas capazes de assumir todos os encargos da construção, ampliação, operação, manutenção e administração do sistema elétrico.

Este tipo de cooperativa visa, basicamente, atender propriedades rurais e marginalmente à núcleos rurais. Pela estrutura que possuem, exercem funções tanto técnicas, referentes ao desenvolvimento de atividades de assistência técnica e de fomento ao aumento da produtividade e do consumo, quanto sociais, no que se refere à orientações sobre novos hábitos de higiene e à organização da comunidade.

Entre as vantagens deste tipo de cooperativa, pode-se citar o atendimento de todas as propriedades de uma determinada região, igualando as possibilidades dos pequenos, médios e grandes proprietários através do associativismo, numa estrutura passível de ampliação por todos os interessados da região. Adicionalmente, pode ser um embrião para novos tipos de atividade, tanto no aspecto produtivo (armazenagem, beneficiamento de sementes etc.) como, principalmente, no aspecto da organização comunitária, pois os consumidores participam efetivamente da discussão, planejamento e administração das redes elétricas. Por adquirir a energia elétrica em alta tensão, os custos da tarifa são mais baixos, abrindo a possibilidade de uma melhor administração com benefícios para os consumidores.

c) Integrada por Concessionárias e Cooperativas

Neste sistema misto, as linhas de alta tensão são de propriedade da concessionária, ficando a mesma com os custos de operação e manutenção destas, e as cooperativas proprietárias do posto de transformação e da baixa tensão e responsáveis pela sua operação e manutenção.

Deve-se destacar a experiência do Paraná, onde as linhas de alta tensão das cooperativas estão sendo transferidas para a concessionária, mediante pagamento em ações até o limite do investimento realizado, sendo que para a manutenção do sistema estão sendo contratadas as cooperativas. Desta forma, o preço pago pela energia consumida pelo associado da cooperativa é igual ao do consumidor rural atendido diretamente pela concessionária.

4.5 - Normas

Não há normalização da eletrificação rural quanto aos métodos e processos. A definição dos materiais/equipamentos passíveis de utilização e o tipo de sistema de distribuição (trifásico, bifásico ou monofásico) é feita pela concessionária ou cooperativa.

A ELETROBRAS, através de sua Diretoria de Planejamento e Engenharia, elaborou um grupo de Diretrizes para Atividades de Engenharia, que consta de dez relatórios, tratando sobre o Sistema Monofilar com Retorno por Terra. As diretrizes enfocam questões técnicas, seleção de materiais/equipamentos, análise econômica e questões de montagem.

4.6 - Modelos Existentes

A distribuição de energia é mais dinâmica, no que se refere a modificações, do que a geração e transmissão de energia. Isto porque, enquanto esses últimos têm sua capacidade limitada mais restritamente, pois são dimensionados para uma específica potência, o sistema de distribuição está constantemente se alterando, com o aumento da potência requerida e o surgimento de novos consumidores.

A correta configuração do sistema de distribuição de energia elétrica é um dos fatores fundamentais para a redução de custos.

Os sistemas podem ter uma série de alternativas de configuração, a partir de quatro configurações básicas:

a) Sistema Europeu Tradicional

Foi projetado para servir povoados e cidades de alta densidade de carga na Europa. O sistema apresenta dificuldades em termos de minimização dos custos, pois é todo baseado na distribuição trifásica. Assim, mesmo as cargas baixas são atendidas por redes primárias, transformadores de distribuição e redes secundárias trifásicas. Deste modo, não é o sistema mais indicado para eletrificação de áreas de baixa densidade de carga, pois os custos de implantação por consumidor são elevados.

b) Sistema Europeu Modificado

Foi projetado de modo a incluir redes trifásicas e bifásicas. Este sistema permite o atendimento de áreas rurais com densidade de carga baixa com redes monofásicas que apresentam custos inferiores ao trifásico.

O sistema monofásico fase/fase constitui-se de dois condutores fases, derivados de uma rede trifásica, para atender um suprimento monofásico. É muito usado na França, onde a prática tem sido construir estas redes fase/fase com estruturas idênticas às usadas para o sistema trifásico, com a omissão do condutor no topo do poste. A conversão dessas redes para trifásico é simples, requerendo somente a instalação do 3º condutor, quando a densidade de carga crescer e ultrapassar limites de condução. No Brasil, algumas concessionárias como a COPEL, a CEEE, a COSERN e a CELPE usam-no.

É o sistema mais indicado para países de alta densidade populacional em todo o seu território e com uma rede trifásica espalhada.

c) Sistema Norte-Americano

Consiste no lançamento de um fio neutro em conjunto com o fio fase ao longo de toda a rede. Nos EUA, o desenvolvimento da eletrificação rural tem sido quase totalmente feito com o uso do sistema monofásico fase/neutro. As suas principais vantagens são:

- eliminação das cruzetas e ferragens associadas;
- eliminação de um isolador de alta tensão por poste (em relação ao sistema monofásico fase/fase);
- simplificação da construção, permitindo maior rapidez e menores custos;
- utilização de estações transformações mais simples e baratas;
- possibilidade de usar o neutro comum na alta e na baixa tensão.

Este sistema alcança, em média, uma redução de custo de aproximadamente 20% em relação ao sistema fase/fase.

Como nem sempre os sistemas trifásicos são associados a um condutor neutro, é necessário, para adotar o sistema fase/neutro, proceder, ou ao lançamento do neutro desde a fonte do suprimento, ou instalar um transformador de aterramento. Deste transformador monofásico, conectado entre duas fases do sistema trifásico, deriva-se a tensão fase/neutro. No Brasil, o sistema norte-americano é usado por algumas concessionárias, entre as quais: CEMIG, CELPA e CFLCL.

d) Sistema Monofilar com Retorno por Terra

Este sistema usa um condutor simples com a terra servindo como caminho de retorno para a corrente. É o método de distribuição mais econômico, adaptando-se para regiões de densidade de carga baixa, com grandes distâncias entre a subestação de distribuição mais próxima e os consumidores. O sistema será apresentado com maiores detalhes adiante.

5.1 - Introdução

A necessidade de se alocar os recursos escassos de maneira ótima conduziu, tanto os países desenvolvidos, como os subdesenvolvidos, à pesquisa de alternativas de baixo custo adaptáveis aos níveis de consumo existentes na zona rural.

Isto levou países como a Nova Zelândia, Austrália, Canadá e Rússia para a utilização do sistema monofásico. As principais justificativas foram:

- as cargas nas zonas rurais são geralmente tão pequenas que raramente são necessários três condutores para atender a capacidade de transporte das mesmas;
- a virtual impossibilidade de se obter as vantagens teóricas do sistema trifásico, a saber: sua maior capacidade de carga para uma dada queda de tensão e peso do condutor, devido à dificuldade prática de balancear uma pequena carga nas três fases; e as limitações, por razões mecânicas, quanto à utilização de condutores de seção bem reduzida;
- a utilização do sistema monofásico é muito mais econômica do que a dos demais sistemas.

Na zona rural, a baixa densidade populacional e as grandes distâncias entre os consumidores conduzem a altos custos de implantação de redes de distribuição. Por outro lado, o nível de consumo é baixo.

No Brasil, os problemas são reforçados, pois a zona rural, em geral, é descapitalizada e possui baixos níveis de consumo aliados a uma grande dispersão populacional. Conforme citado, os níveis de eletrificação na zona rural são extremamente baixos quando confrontados com a zona urbana.

Assim, como forma de apresentar uma solução viável tecnicamente e de baixo custo, desenvolveu-se o sistema monofilar com retorno por terra - MRT, constituído de um único condutor metálico tendo o solo como caminho de retorno da corrente.

Devido a pequena potência demandada pelos consumidores rurais, propõe-se a utilização, inicialmente, de fio de aço e transformadores de distribuição de pequena potência. Uma vez que o sistema é simples e visando a redução de custos, recomenda-se a participação comunitária desde o processo de adesão até a construção de quase toda a estrutura elétrica, bem como a utilização de postes de madeira.

Embora o Sistema MRT tenha sido implantado por várias concessionárias, a frequência é bem menor do que a possível. Por outro lado, algumas características que conduzem à economia de custos, tais como o uso de postes de madeira, o mutirão na construção e outros, não são utilizados.

Os responsáveis pelo setor elétrico e o corpo técnico das concessionárias mostram-se receosos em utilizar o sistema MRT, seja porque não o aceitem como o melhor método de transmissão de energia, seja devido aos seus supostos limites técnicos. No entanto, caso se realize uma análise da zona rural, facilmente se observa que é o sistema mais indicado em termos de viabilidade econômica, além de as restrições técnicas, face às condições do consumo, serem irrelevantes. É provável que o receio citado decresça com a implantação do sistema de maneira mais freqüente e com o estudo mais aprofundado do mesmo, no que tange as suas potencialidades e restrições.

No entanto, a questão não se resume apenas aos aspectos técnicos. Existe um forte lobby, formado por fabricantes de cabos elétricos de alumínio, fabricantes de postes de concreto e empreiteiras, contrário a implantação de maneira extensiva de redes de distribuição de energia elétrica baseadas em tecnologias simplificadas. Esta corrente levanta questões relativas à durabilidade do material/equipamento e a sua adequabilidade a um crescimento acentuado da potência requerida. Um aspecto também apontado é o fator segurança e o risco que pode advir com a existência de uma resistividade do solo elevada. Esse argumento, face a experiência existente em todo mundo, não tem consistência, pois há meios de se prever a resistência do solo antes da implantação do sistema, de modo a se avaliar a economicidade da utilização de sistemas de aterramento mais complexos.

Na realidade, existe receio por parte deste grupamento, sobre a possibilidade de a utilização de tecnologias simplificadas vir a restringir um mercado consumidor dos produtos destinados a implantação de redes de distribuição de energia elétrica.

Entretanto, é inegável que parcela do setor industrial é beneficiada, a partir do momento em que a utilização de tecnologias simplificadas permite o acesso de um maior número de domicílios/propriedades rurais à energia elétrica. Como exemplo, pode-se citar o segmento de aparelhos eletrodomésticos e de pequenos equipamentos agrícolas.

5.2 - Características

A seguir se apresentam algumas características que permitem a diminuição dos custos de eletrificação. Deve ser ressaltado que, fora o aspecto de utilização de um único condutor e retorno da corrente pela terra, os demais itens ultrapassam o sentido do sistema MRT propriamente dito. Esses itens pretendem demonstrar a possibilidade de se eletrificar praticamente todos os consumidores rurais por custos baixos.

5.2.1 - Condutores Elétricos

Para seleção das várias bitolas dos condutores, levou-se em consideração a sua rigidez, tendo em vista a maior facilidade de manuseio por ocasião de sua aplicação na obra, e a escolha de bitolas que pertencessem à linha tradicional de fabricação da indústria nacional. Compatibilizou-se, dessa maneira, a linha de produção industrial de fios e cabos com as necessidades da eletrificação rural brasileira.

Abaixo, são apresentados os tipos de condutores mais utilizados e suas configurações, materiais e principais características eletro-mecânicas.

Condutor	Símbolo	Material
Alumínio com Alma de Aço	CAA	Alumínio com Alma de Aço, têmpera H 19, encordoamento classe AA
Alumínio Liga	CAL	Alumínio
Alumoweld	CAW	Aço com alto teor de carbono (0,30 a 0,85%) recoberto com alumínio EC-1350
Aço Zincado	CAZ	Aço com alto teor de carbono (0,30 a 0,85%)

CARACTERÍSTICAS	CONDUTORES						
	CAA	CAL		CAW		CAZ	
	nº 4 AWG	25mm	16mm	3x2,59mm	1x3,26mm	3x2,25mm	1x3,09mm
Diâmetro (mm)	6,36	6,45	5,10	5,58	3,26	4,87	3,09
Área Nominal (mm ²)	21,16	24,71	15,90	15,78	8,37	11,93	7,50
Formação Quantidade de Fios Diâmetro Nominal(mm)	6 AL/1 aço 2,12	7 2,15	7 1,70	3 2,59	1 3,26	3 2,25	1 3,09
Peso Nominal (kg/km)	85,45	69,50	43,46	104,80	55,11	96,00	59,00
Carga de Ruptura (da N)	830	724	153	2.056	1.147	1.670	1.080
Resistência Ôhmica 20°C (ohm.mm ² /m)	0,02826	0,0328	0,0328	0,0848	0,1916	0,1916	
Resistência Ôhmica 20°C (ohm/km)	1,37	1,29	2,06	5,37	10,13	16,06	25,54
Corrente Máxima (A)	135	140	105	65	40	35	25
Coef. Dilatação Linear (10 ⁻⁶ /°C)	18,9	23	23	13	13	11	11
Módulo Elasticidade (da N/mm ²)	7.200	6.120	6.120	16.200	16.500	18.500	20.000

Fonte: ELETROBRAS DPE/ASER – DAE Nº RER 07

A maioria das redes de distribuição no Brasil está construída para operar na tensão nominal de 13,8 kV. Há poucos anos vem tendo uma boa difusão as redes de distribuição com tensão nominal entre fases de 34,5 kV. Essas duas tensões estão padronizadas no país. Para efeito de estudo, inclui-se a tensão nominal de 23 kV que possui razoável extensão de redes em algumas regiões.

Dessas três tensões entre fases, são possíveis as seguintes tensões nominais entre fase e neutro, nas redes de distribuição monofásicas:

$$13,8/3^{0,5} = 7,967 \text{ kV}$$

$$23/3^{0,5} = 13,279 \text{ kV}$$

$$34,5/3^{0,5} = 19,919 \text{ kV}$$

O desempenho dos equipamentos elétricos está diretamente relacionado com a regulação da tensão das redes de distribuição. Daí a preocupação de ordem geral de manter uma regulação da tensão a ser fornecida aos usuários utilizando-se, para isto, reguladores de tensão, bancos de capacitores, reatores, etc.

No caso de redes MRT, quase exclusivamente utilizadas em zonas rurais de baixo consumo elétrico e esparsamente povoadas, a necessidade de reduzir ao máximo os seus custos não justifica a utilização de tais equipamentos. A solução dada é a de limitar a corrente máxima, o comprimento e a potência a ser fornecida por uma rede MRT para não se ultrapassar os limites desejados de queda de tensão (limite adequado -7,5 a + 5%).

A escolha adequada do condutor desempenha papel predominante na regulação de tensão dos circuitos MRT, na capacidade de transmissão de potência do condutor em função da queda da tensão e no comprimento máximo do alimentador (linha). Em seguida aos levantamentos de campo, quando se determinam o número de consumidores, o consumo médio mensal e outros parâmetros, faz-se a escolha do traçado de rede para o sistema MRT. Esse conjunto de dados é utilizado para o dimensionamento económico do condutor. Para determinação do condutor mais indicado, são avaliados os encargos de capital, as perdas resultantes da aplicação de condutores mais económicos, a distribuição e valores das cargas estimadas e a limitação imposta pela queda de tensão na rede elétrica.

A adequada escolha do tipo de condutor a ser utilizado, em função dos resultados económicos anuais calculados, proporciona um menor investimento inicial, garantindo um maior rendimento do capital empregado.

Ao se observar o nível de demanda elétrica de uma propriedade ou de um consumidor rural, verifica-se o seu baixo valor. Isto se fundamenta pelo baixo nível de renda da população rural e pela desestruturação produtiva das pequenas propriedades.

O consumo de baixa potência conduz à utilização de condutores de aço zincado - CAZ, que apresentam o menor preço por km entre os condutores indicados, possibilitando, por sua menor massa e maior resistência à ruptura, a obtenção de maiores vãos.

De modo a se ilustrar os comprimentos máximos dos circuitos monofilares, para uma queda de tensão de 5%, apresenta-se, a seguir, um quadro comparativo entre os diversos tipos de condutores e de tensões fase/terra. Para elaboração do quadro, considerou-se o atendimento de um consumidor por km, com um transformador de 5 kVA de potência e um consumo médio mensal de 600 kWh, correspondente, segundo a REA-USA, a uma demanda de 2,88 kW por consumidor.

TENSÃO FASE/ TENSÃO KV	COMPRIMENTO MÁXIMO LINHA EM KM (QUEDA DE TENSÃO 5%)						
	CAA		CAL		CAW		CAZ
	25mm ²	16mm ²	16mm ²	3x2,59mm	1x3,26mm	3x2,25mm	1x3,09mm
7,967	39,69	40,92	32,28	19,80	14,29	11,25	8,82
13,279	65,88	67,90	53,63	33,03	23,93	18,89	15,88
19,919	101,41	104,52	82,61	50,97	36,98	29,27	23,11

Fonte: ELETROBRAS - DPE/ASER - DAE Nº RER-07

5.2.2 - Postes

Os postes podem ser de madeira, de concreto ou de aço do tipo trilho. Decidiu-se por não apresentar os postes de aço devido a sua pouca utilização em termos de rede de distribuição. Os postes são caracterizados pelas suas dimensões geométricas e pela resistência a flexão (carga), sendo normalizados pela ABNT através das MB-221, MB-222 e EB-107 (postes de concreto armado) e da MB-789 (postes de madeira).

Os postes de concreto são circulares ou de seção I (duplo T). A seção circular é utilizada principalmente na distribuição urbana, sendo normalizada pela ABNT PB-46. A seção I é mais usual na zona rural. Os postes de concreto armado seção duplo T apresentam as seguintes características:

L (m)	Carga Nominal Face B (daN)	Massa Aprox (kg)	DIMENSÕES (mm)			
			Face Topo	A Base	Face B Topo	Base
9	150	470	120	264	100	190
	300	750	140	392	110	290
10	150	550	120	280	100	200
	300	900	140	420	110	310
11	200	720	120	296	100	210
	300	1.050	140	448	110	330

Fonte: ELETROBRAS DPE/ASER - DAE Nº RER-02

Os postes de madeira utilizados são basicamente de eucalipto, preservado através de tratamento químico e térmico a vácuo-pressão, conforme métodos de ensaios padronizados (MB790-ABNT). O poste de eucalipto apresenta as seguintes dimensões, conforme tabela abaixo.

(m)	Resistência à 20 cm do topo (daN)	DIMENSÕES (mm)					
		Diâmetro		Perímetro			
		A 20 cm do topo	Ao nível do solo	Topo		Base	
				Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
9	150	115	145	181	355	459	616
	300	146	178	210	452	562	738
10	150	115	145	196	355	459	666
	300	146	178	228	452	562	767
11	150	115	145	211	355	459	716
	300	146	178	245	452	562	823

Fonte: ELETROBRAS DPE/ASER - DAE Nº RER - 02

Como forma de redução dos custos de implantação de redes elétricas, tem sido utilizado um sistema alternativo, difusão osmótica, de tratamento dos postes de madeira.

A difusão osmótica é um tratamento químico realizado no próprio local de abate das árvores, que não necessita de mão de obra especializada. O tratamento pode ser feito pela própria comunidade, desde que com orientação técnica adequada.

O tratamento do poste de madeira utiliza o fenômeno da 'Osmose' para introduzir na madeira os produtos químicos capazes de inibir e retardar a ação destruidora dos agentes biológicos, através de uma proteção eficaz e duradoura. O preservativo, sob a forma de uma pasta espessa, é aplicado sob a superfície descascada da árvore recém-abatida, entrando em contato com a seiva vegetal do poste. É um processo pouco dispendioso e que não requer instalações mecânicas, sendo realizado no próprio mato.

Há uma grande discussão sobre as vantagens e desvantagens dos postes de concreto. Não há dúvidas que uma unidade de madeira é mais barata que a de concreto. Entretanto, alguns técnicos das empresas de postes de concreto e das concessionárias alegam que dentro de um contexto plurianual, as vantagens de custo passam a ser desprezíveis em função:

- menor vida útil do poste de madeira em relação ao concreto - a vida útil do poste de concreto é de 35 anos. Além disto, a melhoria com o tempo dos índices de impermeabilidade e resistência é uma característica do concreto, enquanto que a vida útil do poste de madeira é de 20 anos, sendo admitido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT um percentual de falhas até 16% ao fim de 15 anos;
- maior perigo dos postes de madeira quando da ocorrência de incêndios - no caso de queimadas, o poste de concreto não é afetado, enquanto que o de madeira queima, havendo ainda liberação de gases tóxicos que colocam em risco a vida de seres vivos; e
- problemas ecológicos - a madeira vem sendo um produto cada vez mais escasso e a utilização de postes de madeira pode agravar a situação.

Os defensores dos postes de madeira contra-argumentam que:

- a alegação de que o poste de madeira tem vida útil baixa em relação ao de concreto, apresentando problemas de durabilidade é facilmente desprezada ao se observar as aplicações na Austrália, Canadá, URSS e EUA;
- a alegação de maior suscetibilidade a acidentes no caso de queimadas traz em si custos econômico-sociais e perigos de vida bem maiores do que os prejuízos advindos com a queima dos postes de madeira; e
- a alegação de desmatamento não se justifica, pois o que acontece é o plantio e reflorestamento, assim como é feito no caso da produção de madeira para as indústrias de papel.

Alegam ainda que:

- o custo dos postes de madeira são muito inferiores, conforme pode ser observado na tabela a seguir. Não se descarta a possibilidade do preço do poste de concreto ser elevado devido a ser um setor oligopolizado.

Altura do poste (m)	Carga de carrega- mento (kg)	Custos (US\$ 1,00)		
		Poste de concreto	Poste de Madeira	
			Adquirido no comércio	Produção própria (CEEE)
13,0	600	377	-	-
	300	153	-	-
12,0	400	117	-	23
	300	55	47	23
11,0	1.200	199	-	20
	1.000	163	-	20
	600	134	-	20
	450	61	36	20
	400	79	-	20
	300	59	26	20
	200	62	-	20
10,5	1.200	190	-	-
	1.000	170	-	-
	600	120	-	-
	300	84	34	-
	150	52	-	-
10,0	800	139	-	-
	600	103	38	-
	450	53	38	-
	400	80	38	17
	300	53	30	17
	250	46	30	17
	150	35	30	17
9,0	1.000	114	-	-
	600	82	-	-
	300	76	-	-
	250	73	25	-
	150	64	25	-

Fonte: ELETROBRAS/DCO - 20.06.86

Comparação de postes de distribuição - DEID/DVCS

- a redução dos custos de montagem das redes com a utilização de postes de madeira - a instalação de postes de concreto, devido à baixa capacidade de carga em função de seu peso, necessita de cuidados. Enquanto o poste de madeira mais leve que o de concreto, pode ser arrastado e erguido pela força humana usando cordas e jogo de polias, o poste de concreto necessita de meios mecânicos para a sua montagem. Assim, no caso do poste de madeira, para o aproveitamento de ondulações do terreno, aumentando vãos e economizando postes, é necessário abertura de pequenas picadas, enquanto que para o poste de concreto seria necessário abrir estradas para o caminho, o que naturalmente reflete custos exagerados e conduz, geralmente, à decisão de que a rede com postes de concreto acompanha o caminho das estradas.
- a madeira apresenta Nível Básico de Impulso (NBI) muito superior ao do concreto - o desempenho de uma rede está associado ao número de descargas atmosféricas, diretas ou indiretas no sistema. Tais descargas, quando apresentam valores de tensão superiores ao NBI da estrutura, implicam numa disrupção de fase para a terra, o que poderá levar a uma corrente subsequente em 60 Hz, configurando uma condição de curto circuito. Essa condição provoca a atuação de um dispositivo de proteção contra sobrecorrente da retaguarda ocasionando uma interrupção. A probabilidade de ter ou não corrente subsequente em 60 Hz dependerá do tipo da estrutura, do caminho percorrido pelo arco e da potência de curto-circuito no local da disrupção. Os valores máximos de sobre tensão que a estrutura suporta são dados abaixo:

Tipo de Estrutura	NBI (kV)
Concreto sem estaiamento	75
Concreto com estaiamento	75
Madeira sem estaiamento	500
Madeira com estaiamento (30mm)	150

Fonte: ELETROBRAS DPE/ASER - DAE Nº RER-010

Obs: Estaiamento é o processo de oferecer uma ação contrária a um conjunto de esforços atuantes na estrutura, superior a resistência mecânica oferecida pelo poste e pelo solo.

Assim, a probabilidade de interrupção do serviço, e conseqüentemente os custos da reposição em funcionamento, é maior com a utilização do poste de concreto do que com o poste de madeira.

O dimensionamento dos postes deve levar em consideração os esforços atuantes em sua estrutura, bem como os demais materiais (condutores e isoladores) a serem utilizados na rede.

O número de postes, ou o vão, é determinado analisando as condições meteorológicas e topográficas da região, bem como os fatores acima citados.

Como ilustração apresenta-se, a seguir, a tabela de Vãos Máximos - Terrenos Planos em função do condutor, do isolamento (pino ou disco) e do poste - altura. Deve ser observado que, no caso de aproveitamento de condições geográficas, os vãos podem ser bem superiores aos indicados na tabela:

VÃO MÁXIMO (m) – TERRENO PLANO

CONDUTOR	8m		9m		10m		11m	
	Pino	Disco	Pino	Disco	Pino	Disco	Pino	Disco
CAA 4 AWG	105	85	150	135	180	170	200	190
CAW 3x2,59mm	175	145	235	215	285	265	325	310
CAW 3,26mm	180	150	245	225	290	275	330	320
CAZ 3x2,25mm	165	135	225	205	270	255	310	290
CAZ 3,09mm	165	140	230	210	275	255	315	300

Fonte: ELETROBRAS DPE/ASER - DAE Nº RER-08

Obs: A altura mínima do condutor ao solo foi tomada igual a 5,5 m.

Tem-se observado que, aproveitando o relevo, os vãos para o caso do condutor CAZ 3,09mm chegam a atingir 1.500m, o que reflete uma economia sensível de recursos através da utilização de uma menor quantidade de postes.

5.2.3 - Transformador de Distribuição

Os transformadores de distribuição têm a função de transformar a tensão de distribuição (tensão primária) em tensão de consumo (tensão secundária). As tensões de consumo mais comuns, no Brasil, são 110 e 220 V.

O superdimensionamento dos transformadores, observado com frequência na zona rural, causa não só elevação dos custos de implantação e manutenção, como também diminui o rendimento do aparelho, fazendo com que em alguns casos seja inferior a 30% (considerando apenas a energia de magnetização do transformador, pois caso se some as demais perdas por energia reativa, este valor seria maior).

A razão principal para o superdimensionamento é o fato de se pretender atender os consumidores, principalmente os produtores rurais, segundo uma demanda estimada pelos próprios consumidores para o longo prazo. Entretanto, deve ser verificado com atenção esta estimativa, pois pesquisas realizadas demonstram que dificilmente se cumpre. Além disso, eleva o custo de implantação para a rede e traz prejuízo para a concessionária porque as perdas não são cobradas ao consumidor.

O nível de demanda dos consumidores rurais leva à utilização de transformadores de pequena potência (até 15 kVA). Estes transformadores são suficientes para o funcionamento de diversos equipamentos, conforme tabela a seguir:

EQUIPAMENTO	CAPAC. (kg/h)	POTÊNCIA (HP)
• Secador de Arroz	430	6
• Descascador de Arroz	1.320	4
• Debulhador de Espigas de Milho	1.200	10
• Fabricação de Farinha de Milho (canjiqueira, moinho de martelo e forno)	40	7
• Fabricação de Farinha de Mandioca (levador, descascador, ralador, prensa hidráulica, desfarelador, moinho, classificador da farinha e terrador)	1	10
• Desfibrador - picador (capim)	250	5

Fonte: ver bibliografia nº 3

O baixo nível de consumo médio na zona rural indica que um transformador de 3 kVA adapta-se na maioria dos casos.

Com vistas a diminuir os custos dos transformadores de distribuição, e adaptá-los para pequenos consumidores rurais, foram desenvolvidas unidades compactas e simplificadas.

Desta forma, foram eliminados vários acessórios desnecessários tendo sido obtido reduções substanciais de peso, representando grande economia e facilidade de manejo, transporte e instalação.

5.2.4 - Conversor de Fase

Conforme discorrido, nas zonas rurais brasileiras observa-se um pequeno consumo médio por usuário (50 a 600 kWh) e demanda máxima simultânea (30 minutos) variando entre 0,3 a 3kW. Tais características de carga apontam para a implantação de sistemas monofásicos.

Embora a implantação de sistema monofásico seja bem mais econômica de que a do sistema trifásico, deve-se ressaltar que os motores trifásicos são mais eficientes e apresentam preços inferiores para mesma potência.

Assim, como há necessidade do uso de motores trifásicos em algumas propriedades agrícolas, seja pela necessidade de motores elétricos de potência superior a 15 HP, seja pela maior economia para os produtores, pode-se utilizar os conversores de fase.

O conversor de fase é um aparelho que converte a energia elétrica de corrente alternada com dado número de fases em energia elétrica de um sistema com outro número de fases, porém com a mesma frequência. Este aparelho é usado extensivamente nos programas de eletrificação rural dos Estados Unidos, Canadá e Austrália.

Os conversores de fase podem ser classificados em estáticos ou relativos, tendo potência variável de 1/4 a 100 HP.

Uma das vantagens do uso de conversores de fase é a possibilidade de tornar a tensão de alimentação dos motores independente da tensão de saída do transformador de distribuição que alimenta a propriedade rural. Isto permite a melhoria do rendimento, menores perdas e custos de instalação. Outra vantagem é a melhoria do fator de potência que de 20% passa a atingir cerca de 98%.

Atualmente, os custos de produção destes conversores de fase ainda são elevados porque a construção é feita em pequena escala. A medida que o número de redes monofásicas expanda-se, é provável que a demanda por conversores de fase eleve-se e, conseqüentemente, surjam fabricantes de maior porte, com condições de reduzirem os custos.

5.2.5 - Aterramento

O Sistema MRT caracteriza-se, basicamente, pelo fato de as correntes de carga dos transformadores de distribuição passarem pelos aterramentos dos mesmos.

As características necessárias ao aterramento dos transformadores de distribuição, nas redes monofilares, são determinadas em função das exigências de segurança, levando-se em consideração a corrente de carga do sistema. Os gradientes de tensão no solo perto dos transformadores devem ser reduzidos, evitando-se colocar em risco a vida humana e de animais.

Em algumas regiões com solos apresentando alta resistividade elétrica, poderá ser necessária a instalação de complexas estruturas de aterramento, de modo a garantir a segurança da operação. Estas estruturas levam a um aumento excessivo de custos, podendo inviabilizar economicamente a implantação do Sistema.

Algumas concessionárias realizam análises prévias do tipo do solo da região em que se pretende implantar redes monofilares, visando avaliar os possíveis custos de aterramento e, em conseqüência, ter elementos de decisão mais seguros.

Para efeito de ilustração, apresentam-se, abaixo, os valores máximos de resistência de terra admitidos para o aterramento de transformadores, em função da tensão primária e da potência do transformador.

Resistências de Terra Limites para
o Aterramento de Transformadores
(ohms)

TENSÃO (KV)	TRANSFORMADORES (KVA)				
	3	5	10	15	25
7,967	71,0	42,5	21,2	14,2	8,5
13,279	100,0	70,8	35,4	23,6	14,2
19,919	100,0	100,0	53,1	35,4	21,2

Fonte: ELETROBRAS DPE/ASER - DAE Nº RER-05

O quadro acima reflete os valores obtidos pela ELETROBRAS. As concessionárias que operam sistemas MRT, possuem limites próprios (inferiores aos mencionados acima). Vale mencionar que a CESP, ao invés de estabelecer valores limites para resistências da terra, controla os níveis de potencial de superfície em volta dos aterramentos.

5.2.6 - Outras Características

A seguir se apresentam mais alguns mecanismos que se caracterizam pela simplificação, adaptando-se aos níveis de consumo da zona rural:

a) descarregador de chifre - tem como função possibilitar o escoamento para a terra de correntes oriundas das sobre-tensões devidas a descargas atmosféricas, com o objetivo de proteger o transformador. A sua utilização substitui os pára-raios tipo válvula, representando uma redução de preços;

b) engate espiralado - os transformadores de baixa potência (3,5 e 10 KVA) utilizados na zona rural têm, por norma, a necessidade de serem protegidos contra sobre corrente por elos fusíveis. Propõe-se a utilização do engate espiralado em substituição à chave fusível e a mola desligadora, que têm como principal função a monobra dos transformadores;

c) haste de captação e descarga - tem a função de atrair e conduzir para terra descargas atmosféricas com o objetivo de proteger os postes e a rede;

d) chave fusível de repetição - tem a função de proteger a rede contra sobre-intensidade de corrente, oferecendo menor custo em relação aos religadores convencionais.

e) sistema de medição - face aos baixos níveis de consumo da população e dos pequenos produtores da zona rural, a instalação de um medidor por consumidor torna-se economicamente onerosa. Ademais, os altos custos de medição em regiões dispersas não justificam a leitura. Neste sentido, propõe-se que não sejam utilizados medidores para esse público, sendo a cobrança da tarifa feita com base em estimativa de consumo, refeita periodicamente, ou através do faturamento por potência instalada.

5.3 - Participação Comunitária

A construção do sistema deve partir da necessidade da comunidade, seja por iniciativa própria, seja por intermédio do fomento realizado pelo poder público (Prefeituras Municipais) ou pelas concessionárias. Assim, na implantação de projetos de eletrificação rural deve-se buscar a participação conjunta das Prefeituras Municipais, das concessionárias e da comunidade.

A participação da Prefeitura, embora dispensável, facilita o processo tanto na parte administrativa e técnica como, principalmente na parte política. Conforme discorrido (item 4.4) é necessário que haja permissão da concessionária para que se possa construir o sistema. O problema agrava-se caso a comunidade pretenda criar uma cooperativa de eletrificação rural, pois as restrições são maiores.

Devido à situação de descapitalização da população e pequenos produtores da zona rural e em função do fato de que a administração, operação e manutenção são melhor executadas por concessionárias, desde que criem uma estrutura adequada, considerar-se-á que o projeto, o levantamento de campo e o acompanhamento técnico serão realizados pela concessionária ou por técnicos da Prefeitura Municipal.

A participação comunitária é importante, tanto no que se refere ao processo de implantação da eletrificação rural, como, principalmente, pela aglutinação ao redor de um objetivo comum. A discussão em conjunto com a Prefeitura e a concessionária pode levar a um processo mais amplo de organização comunitária, através do qual possam ser iniciadas outras atividades na área social e produtiva.

A primeira fase da implantação da rede de distribuição de energia elétrica - RDE é a apresentação dos custos médios de implantação da linha por consumidor e dos custos dos postes de transformação à comunidade. A apresentação desses custos tem o objetivo de permitir que, em função da experiência de outras regiões, o interessado possa avaliar a relação custo-benefício da implantação de energia elétrica. A separação dos custos pretende demonstrar o que é relativo à parte coletiva (implantação imediata) e à parte individual, passível de implantação em outra ocasião. Nesta fase, apresentam-se os detalhes técnicos do sistema MRT e suas vantagens em relação aos outros sistemas.

A segunda fase da implantação da RDE é a determinação preliminar das adesões e a elaboração do traçado básico da linha. Esse traçado é feito da forma a aproveitar as características topográficas, obtidas através de levantamento de campo. Durante esse levantamento, são estimadas as potências requeridas por cada consumidor, considerando a possibilidade de crescimento do consumo no curto e médio prazos. Deve ser tomado cuidado quanto às estimativas feitas pelos proprietários rurais, que tendem a supor a instalação de diversos equipamentos de processamento e beneficiamento da produção, conduzindo a uma necessidade de potência muito acima da observada em propriedades bem estruturadas. Desta forma, os técnicos devem ter o discernimento de verificar as possibilidades de consumo de cada produtor, de modo a especificar os equipamentos mais econômicos para o sistema.

Com a especificação do trajeto e dos materiais necessários, realiza-se o levantamento dos custos de implantação da RDE. Vale mencionar que a construção da linha pode ser através da contratação de serviços de empreiteira ou por intermédio de mutirão. O sistema MRT, com as características citadas no item 5.1, é de fácil construção, com uma necessidade de participação de mão-de-obra especializada muito pequena. Assim, é recomendável, como forma de redução de custos, que a mão-de-obra não especializada seja providenciada pela comunidade através de mutirão, enquanto que os serviços de engenharia e a execução das tarefas especializadas sejam fornecidos pela Prefeitura Municipal, em conjunto com a concessionária.

A comunidade deve se organizar para administrar os recursos. Essa organização pode ser criada para a implantação da RDE ou se adaptar a um sistema associativista ou cooperativista existente.

Em função dos custos calculados e das adesões, estabelecem-se as quotas de cada beneficiário. Essas quotas são depositadas em um fundo comunitário a ser gerido por representantes dos beneficiários, sob a orientação de técnicos da Prefeitura. A participação financeira dos beneficiários varia de acordo com os subsídios municipais, estaduais e/ou federais e com os financiamentos oferecidos.

A construção da RDE através do mutirão é feita de modo a minimizar o tempo de construção e de acordo com a disponibilidade dos recursos. O grupo é dividido em equipes que se responsabilizam por diferentes trechos, sob a orientação de encarregados escolhidos no grupo por sua liderança ou conhecimentos. Os principais trabalhos realizados pelas equipes são:

- transporte de postes aos locais de instalação com abertura de picadas;
- abertura de cavas para postes e ancoragem;
- lançamento dos condutores; e
- isolamento e aterramento de cercas.

Os demais trabalhos, mais especializados, são realizados por eletricitistas da Prefeitura Municipal, com o auxílio das equipes. Entre essas tarefas pode-se citar:

- içamento de condutores às roldanas;
- tração e regulação dos condutores;
- montagem das estruturas;
- instalação de transformadores e entradas de serviço; e
- instalação de aterramento.

A supervisão dos serviços deve ser feita por um engenheiro da Prefeitura que se responsabiliza pela observação dos padrões de qualidade e eficiência.

Deve-se observar que os órgãos de assistência rural desempenham papel incentivador de mutirões na zona rural, sendo que a sua participação em processos desta natureza pode levar ao desdobramento do trabalho executado em novas atividades.

A adesão de outros interessados, após a implantação da RDE, pode ser aceita desde que haja disponibilidade de energia. O interessado deve integralizar o valor real da quota que reverte em benefício dos participantes do grupo ou é direcionado para outras atividades coletivas.

A alternativa ao mutirão é a contratação de empreiteiras, que são escolhidas pela Prefeitura, beneficiários e concessionária. As construções podem ser por empreitada parcial ou total, sendo que na primeira devem-se deduzir os custos relativos aos trabalhos desenvolvidos pela comunidade. Em ambos os casos, a empreiteira é responsável pelos serviços junto à concessionária.

5.4 - Experiências Existentes

Entre as experiências mais marcantes em termos de eletrificação rural simplificada devem ser citadas as seguintes:

- município de Castelo no Espírito Santo - desenvolvida pela Prefeitura Municipal de Castelo, através de convênio com a Secretaria de Estado do Interior e Transporte.
- municípios de Guarapuava e Três Barras no Paraná - desenvolvida no âmbito do projeto CLIC RURAL da COPEL, em conjunto com as Prefeituras Municipais.
- município de Palmares do Sul no Rio Grande do Sul - desenvolvida pela Prefeitura Municipal.

Tendo em vista que esta última experiência contou com financiamento do BNDES/FINSOCIAL, apresentam-se, abaixo, algumas de suas características. Deve ser ressaltado que as conclusões podem ser repassadas em quase sua totalidade para as outras experiências.

Em março de 1986, o BNDES firmou com o Município de Palmares do Sul contrato de colaboração financeira não-reembolsável, à conta do Fundo de Investimento Social - FINSOCIAL, visando a execução de projetos de eletrificação rural simplificada, perfuração de poços e implantação de lavouras de arroz irrigado, em benefício de pequenos produtores rurais do município.

Em princípio, o projeto pretendia atender 200 famílias com eletrificação rural, que representavam a totalidade das famílias que ainda não a dispunham, financiando paralelamente alguns pequenos produtores rurais, com o objetivo de melhorar a capacidade produtiva destes.

Para que fosse possível a implantação do Sistema MRT no município foi necessária uma ação política do governo municipal, buscando autorização junto ao governo estadual e à administração da concessionária.

Até abril de 1988, foram implantados 57 km de redes de distribuição MRT, sendo atendidos 280 produtores rurais.

Como fato mais marcante do processo de eletrificação rural no município, deve ser apontado o fato de que Palmares do Sul, localizado a cerca de 150km da Grande Porto Alegre, e que se caracterizava pelo êxodo para centros urbanos, reverteu o fluxo migratório, de modo que agricultores que haviam abandonado a zona rural em busca de melhores condições de vida e novas perspectivas de trabalho estão retornando ao município. A razão alegada para o retorno é a da possibilidade de financiamento no âmbito do projeto de eletrificação rural.

No que tange a parcela produtiva, cerca de 15 produtores rurais estão irrigando suas culturas (cerca de 2 ha/produzidor) captando água através de poços artesianos que obtêm vazão média de 60.000 l/h. A potência dos transformadores instalados na propriedade é de 5 KVA.

5.5 - Custos de Implantação

A decisão de fornecer energia elétrica a uma determinada área deve ser orientada, principalmente, pelos aspectos sociais envolvidos. Embora não possam ser quantificados, os benefícios trazidos em termos de qualidade de vida, tais como a iluminação, utilização de eletrodomésticos e água encanada têm grande importância para a comunidade rural.

Neste âmbito, a avaliação baseia-se na concessão de prioridade a diversas áreas em função de decisão política e de aspectos relativos à implantação do desenvolvimento regional.

Em um segundo nível, a partir da observação da área escolhida e de suas potencialidades, deve-se selecionar a melhor alternativa de fornecimento de energia elétrica, seja através das diversas formas de geração própria (diesel, turbinas, etc. - vide item 2.3.2) seja através da ligação à rede elétrica de concessionárias.

Neste item, parte-se do pressuposto de que a ligação à rede elétrica é a mais econômica.

A avaliação econômico-financeira de um sistema de energia elétrica ultrapassa a simples observação dos custos dos materiais, mão-de-obra e administração do empreendimento, passando, necessariamente, por considerações sobre previsões de consumo de médio e longo prazo e sobre aspectos técnicos.

A decisão de implantar um sistema de menor capacidade, e em consequência menor custo, traz o risco embutido de se ter que modificá-lo no curto prazo devido a uma previsão errônea sobre o consumo. Isto leva a um aumento de custos, que se tornam superiores aos da implantação direta de um sistema de maior capacidade e custo.

A seguir, apresentam-se quadros comparativos entre os custos da implantação por km de uma rede elétrica em três Estados, em função do sistema utilizado, discriminando a parcela correspondente a cada item de construção.

US\$ 1.00

SISTEMA – 13,8 KV	MATERIAL	MÃO DE OBRA	ESTAÇÃO DE TRANSMISSÃO	TAXAS	TOTAL
Trifásico CAA 3 4AWG	2,461	757	724	568	4,510
Bifásico CAA 2 4AWG	1,979	609	724	457	3,769
Trifásico CAZ 3x3,09mm	1,746	543	724	407	3,438
Bifásico CAZ 1x3,09mm	1,391	428	724	321	2,864
Monofásico CAZ1x3,09mm	713	217	605	165	1,700

US\$ 1.00

SISTEMA – 13,8 KV	MATERIAL	MÃO DE OBRA	ESTAÇÃO DE TRANSMISSÃO	TAXAS	TOTAL
Trifásico CAA 3 4AWG	845	1,172	724	472	3,213
Bifásico CAZ 3x2,25mm	599	975	724	383	2,681
Monofásico CAZ1x3,09mm - 19,9KV	271	563	605	191	1,630

US\$ 1.00

SISTEMA – 13,8KV	POSTES	CONDU-TORES	MÃO-DE-OBRA	OUTROS	TOTAL
Trifásico CAA 3 4AWG	948	882	1,407	3,613	6,853
Bifásico CAA 2 4AWG	948	588	1,096	2,850	5,482
Monofásico CAA 1 4AWG	866	294	705	1,569	3,434
Monofásico CAZ1x3,09mm	495	78	387	925	1,885

Entre as causas do elevado diferencial de custos por km de implantação de redes de distribuição rural, pode-se citar diferenças, entre os diversos Estados, tais como:

- topografia e relevo;
- preços de materiais, em função da distância dos fabricantes;
- especificação de materiais; e
- padrões de participação em concorrências.

Através da observação dos valores apresentados, fica difícil estipular regras de relação entre os preços, pois ocorrem variações relativas nos três quadros.

No caso do MRT, deve-se observar que os postes são de concreto e a construção é por em-
preiteira, tornando os custos bem mais elevados do que os observados caso fossem seguidas as
orientações da eletrificação rural simplificada.

A participação percentual média dos diversos itens nos custos de implantação de uma rede de
distribuição de energia elétrica na zona rural é a seguinte:

- de acordo com o BIRD

ITEM	PARTICIPAÇÃO (%)
Postes + Cruzetas + Isoladores	50
Condutores	21
Engenharia + Construção + Administração	29
TOTAL	100

- de acordo com a Eletrobrás

ITEM	PARTICIPAÇÃO (%)
Materiais	55
Mão-de-obra	27
Engenharia + Administração	15
Eventuais	3
TOTAL	100

Abaixo, são apresentados os custos de implantação levantados pela Prefeitura Municipal de
Palmares do Sul para a implantação da rede de eletrificação rural Bacopari V. Essa rede tem as
seguintes características:

- extensão: 4,5 km
- número de famílias atendidas: 21
- número de transformadores
 - via pública (baixa tensão): 6
 - particular (final de rede): 6

A comparação foi baseada nos sistemas trifásico e monofásico da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE-RS) e no sistema monofásico alternativo proposto pela Escola Técnica Federal de Pelotas (ETFPEL) em conjunto com a Prefeitura Municipal de Palmares do Sul (PMPS).

ITEM	CUSTOS (OTN)		
	Trifásico/CAZ CEEE	Monofásico/CAZ CEEE	Monofásico/CAZ ETFPEL/PMPS
Rede Alta Tensão	867,98	456,26	422,02
Transformador em Via Pública	2.101,96	874,90	328,85
Transformador em Final de Rede	2.092,51	849,92	376,13
TOTAL (4,5 km)	5.062,45	2.181,08	1.127,00
Custo por km	1.124,99	484,68	250,44
Custo por Família	241,07	103,86	53,67

A seguir, apresenta-se um comparativo com dados publicados na Revista Guia Rural nº 2 - 1987, entre o custo de implantação de 1km de RDR trifásico e o monofilar, considerando que:

- rede implantada em linha reta e terreno plano;
- no caso de rede trifásica tem-se a utilização de postes de concreto, cabos de alumínio com alma de aço (CAA) e transformador de 15 KVA;
- no caso de rede monofilar tem-se a utilização de postes de madeira e fio de aço zincado (CAZ) de 3,09mm;
- preços de Abril/87 em Curitiba, com OTN = Cz\$ 207,97e US\$ 1.00 = Cz\$ 23,820 (15/04/87).

- RDE trifásica

ITEM	CUSTO	
	OTN	US\$
• Estrutura de fim de linha com posto de transformação	274,3	2,395
• Sete estruturas de alinhamento	37,9	331
• Um conjunto de entrada de serviço	19,4	169
• Quatro postes Duplo T (D150, concreto, p/150kg de tração, 11 metros)	42,7	372
• Três quilômetros de cabos CAA 4AWG	57,6	503
TOTAL	431,9	3,770

- RDE monofilar com retorno por terra (MRT)

ITEM	CUSTO	
	OTN	US\$
• Estrutura de fim de linha com posto de transformação	37,6	328
• Três estruturas de alinhamento	3,9	34
• Um conjunto de entrada de serviço	5,0	44
• Quatro postes de madeira (médio, p/400kg de tração, 11 metros)	8,3	73
Um quilômetro de fio CAZ 1x3,09mm	4,2	37
TOTAL	59,0	516

Deve-se observar que o custo de implantação da rede trifásica, considerando-se a contratação de empreiteira (engenharia, construção e administração), eleva-se em cerca de 40% (dados BIRD), passando o km de RDE trifásica para 604,7 OTN ou US\$ 5,278.00.

O custo de implantação por km da rede monofásica, considerando-se que a mão-de-obra é fornecida pela comunidade através de mutirão e o projeto de engenharia e a administração são feitos pela prefeitura do município, é de 59,0 OTN ou US\$ 516,00.

Assim, o custo de implantação de RDE-MRT corresponde a cerca de 10% do custo de implantação de RDE trifásica.

A seguir, apresenta-se o custo de implantação de um ramal experimental de eletrificação rural construído pelo sistema comunitário no município de Castelo no Estado do Espírito Santo, com comprimento de 7.020m e atendimento de 30 consumidores. Os custos apresentados referem-se aos meses de abril e maio de 1985, tendo sido apresentados no jornal 'A Gazeta', de Vitória, em 1/05/86.

- Material

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (OTN)	CUSTO TOTAL (OTN)
Isolador de disco	20	1,382	27,64
Olhal	10	0,207	2,07
Parafuso 16x250mm	28	0,124	3,47
Arruela quadrada	18	0,014	0,25
Pino de topo	09	0,375	3,38
Sapatilha	20	0,019	0,38
Haste pára-raio	12	0,069	0,83
Isolador de topo	09	0,181	1,63
Arame ZZ 800	150m	0,003	0,45
Chave fuzível	02	8,290	16,58
Alça pré-formada	14	0,095	1,33
Laço pré-formado	08	0,138	1,10
Emenda pré-formado	04	0,173	0,69
Grampo de cerca	500g	0,001	0,06
Estacamentos	05	0,415	2,08
Poste pesado 11 metros	03	5,856	17,57
Poste pesado 10 metros	01	5,177	5,18
Poste médio 9 metros	06	3,713	22,28
Poste leve 9 metros	02	2,684	5,37
Gancho olhal	10	0,174	1,74
Condutor CAZ 3,09mm (inclusive correção catenária 10%)	7020m	0,005	35,10
TOTAL DE MATERIAIS	-	-	149,18

Portanto, o custo dos materiais é de 149,18 OTN.

- Mão-de-obra

A mão-de-obra não qualificada, na média de seis homens por dia em sistema de mutirão, não foi remunerada.

A parcela relativa à supervisão teve custo de:

ITEM	CUSTO (OTN)
Salários	86,67
Obrigações Sociais	37,23
Transporte	11,05
TOTAL MÃO-DE-OBRA	134,95

Ferramentas e Instrumentos

Esses itens foram cedidos pela prefeitura municipal e pela comunidade.

- Fretes - 11,47 OTN

- Total

ITEM	CUSTO (OTN)	CUSTO POR KM (OTN)
Materiais	149,18	21,25
Mão-de-Obra	134,95	19,22
Ferramentas e Instrumentos	-	-
Frete	11,47	1,63
TOTAL	295,60	42,10

O custo total atingiu 295,60 OTN para um percurso de 7.020m.

O custo por km atingiu, portanto, o valor de 42,10 OTN, sem se considerar o custo de implantação dos postes de transformação (com os transformadores).

Embora tenham sido instalados 17 transformadores para 30 consumidores, decidiu-se supor o atendimento a uma área com densidade populacional de 1 consumidor por km de linha, mesmo reconhecendo que o trajeto foi estipulado em função dos 30 consumidores a serem atendidos.

Supondo o atendimento a um consumidor com potência de 5 KVA, o preço do poste de transformação é de 40 OTN.

Em consequência, os custos por km de linha e por consumidor igualam-se a 82,10 OTN ou a US\$ 636.42 (10/02/88).

A seleção de um sistema MRT também tem que ser avaliada sob a ótica dos tipos de materiais passíveis de utilização. Como exemplo, pode-se citar a análise sobre a utilização de condutores não convencionais (CAW e CAZ) em linhas rurais, no que se refere à possibilidade de se tomar antieconômico o seu uso face a perda por Efeito Joule motivada pela alta resistividade destes condutores.

A avaliação deve pretender maximizar a diferença entre: $R = Ev - (Ep + C)$

R : resultado econômico

Ev: energia vendida

Ep: energia perdida (para determinado fator de carga)

C : custos (de oportunidade, juros de implantação, depreciação e manutenção)

Para efeito da avaliação deve ser considerado que as perdas por Efeito Joule representam parcela ponderável apenas para valores de carga superiores a cerca de 0,5. Entretanto, como na zona rural o fator de carga é de cerca de 0,2, as perdas por Efeito Joule podem ser desprezadas.

5.6 - Análise Econômico-Financeira - Um Caso

Como forma de demonstrar os resultados econômicos que podem advir com a implantação da eletrificação rural, será apresentado um caso de irrigação, com dados de custo, do Projeto Santa Luzia, no município de Russas no Estado do Ceará. Esse projeto foi apoiado pelo BNDES/FIN-SOCIAL no âmbito do Projeto Campo Verde. O projeto em questão corresponde a irrigação comunitária pelo Sistema de Inundação numa área de 11,11 ha.

Para efeito de análise, considerar-se-ão as seguintes premissas:

- a irrigação foi feita em áreas contíguas pertencentes a cinco pequenos produtores rurais;
- os produtores, antes da implantação do sistema de irrigação, obtinham uma safra de arroz por ano com produtividade média de 1.200 kg/ha. Com a implantação de irrigação, passa-se a obter cinco safras por período de dois anos com produtividade de 4.000 kg/ha;
- as propriedades não possuem energia elétrica, sendo os custos da implantação de eletrificação rural os apresentados para MRT;
- a construção dos abrigos para as eletrobombas e dos poços é feita através de mutirão pelos participantes, com orientação do órgão de assistência técnica;
- os produtores, em princípio, não possuem equipamentos de beneficiamento e armazenagem, sendo obrigados a vender a produção no pico da safra por 75% do preço mínimo para intermediários. A melhor organização dos produtores através de associações ou cooperativas é um resultado que pode vir com a implantação da eletrificação rural e o aumento da produção; e
- os produtores rurais exploram outros tipos de produtos básicos para consumo próprio, sendo que para comercialização destinam apenas a safra de arroz.

Receita Operacional Bruta Anual

Para efeito de cálculo, considerou-se na situação 1 a exploração de arroz de sequeiro, e na situação 2 a exploração do arroz irrigado (obtido com a implantação de um sistema de irrigação).

SITUAÇÃO	ÁREA PLAN-TADA (HA)	Nº DE SAFRAS EM DOIS ANOS	PRODUTIVIDADE P / SAFRA (KG/HA)	PRODUÇÃO ANUAL MÉDIA (KG)	% DE PERDA DA PRO-DUÇÃO	QUANTIDADE PERDIDA (KG)	QUANTID. ANUAL COMERCIALIZADA (KG)
1	10	2	1.200	12.000	20	2.400	9.600
2	10	5	4.000	100.000	20	20.000	80.000

QUANTID. COMERCIALIZADA (KG)	UNIDADE KG/SACO	QUANTID. COMERCIALIZADA (SACOS)	PREÇO MÍNIMO (OTN/SACO) PREÇO JULHO/88	PERCENTUAL DO PREÇO MÍNIMO OBTIDO	VALOR OBTIDO OTN
9.600	60	160	1,098843	80	140,65
80.000	50	1.600	1,067069	80	1.365,85

Custos Totais

SITUAÇÃO	ÁREA (HA)	NUMERO MÉDIO DE SAFRAS POR ANO	VALOR BÁSICO DE CUSTEIO-SAFRA 88 (OTN/HA (*)	CUSTO DE PRODUÇÃO ANUAL (OTN)
1	10	1	12,32	123,20
2	10	2,5	33,64	841,00

* Inclui custos variáveis e fixos

Assim, os produtores apresentam uma receita operacional líquida adicional de:

SITUAÇÃO	RECEITA OPERACIONAL BRUTA (OTN)	CUSTOS DE PRODUÇÃO (OTN)	RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA (OTN)
1	140,65	123,20	17,45
2	1.365,85	841,00	524,85
DIFERENÇA	1.225,20	717,80	507,40

ITEM	CUSTO (OTN)
Canais	435,03
Drenagem	131,71
Obras de Distribuição	139,67
Obras de Captação	242,90
Equipamentos de Bombeamento	263,41
Mão-de-obra	242,54
TOTAL	1.455,26

Adicionando a isso, a eletrificação rural através do Sistema MRT com custos por consumidor estipulados em 82,10 OTN (US\$ 636,42 - 10/02/88), conforme Município de Castelo, tem-se um investimento de 1.537,36 OTN.

O quadro em seguida apresenta o fluxo de caixa do projeto em questão:

ITEM	ANO I	ANO II ATÉ ANO X
• Receita Adicional	1.225,20	1.225,20
• Custeio Agrícola Adicional	717,80	717,80
• Manutenção	61,26	61,26
• Juros (6% a.a.)	92,24	92,24
• Depreciação	122,52	122,52
Receita Líquida	231,38	231,38
• Entradas	1.659,88	122,52
Financiamento	1.537,36	-
Depreciação	122,52	122,52
• Saída	1.448,55	153,73
Investimentos	1.294,82	-
Amortização Financiamento	153,73	153,73
Saldo Líquido	442,71	200,17

O investimento apresenta uma taxa interna de retorno de 24,20% a.a., considerando uma vida útil do empreendimento de 10 anos. Além disso, o produtor apropria-se de um excedente médio anual de 224,42 OTN, correspondendo a 18,70 OTN por mês.

VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da atuação do BNDES/FINSOCIAL na zona rural, tem-se observado que a questão energética é um dos serviços mais reivindicados a nível de comunidade de baixa renda.

A implantação de redes de distribuição de energia elétrica, conforme assinalado, deve ter como parâmetro básico a elaboração de um Plano Diretor.

Este Plano tem a função de organizar o atendimento na zona rural de uma forma global, compatibilizando as fontes de energia locais com a energia das centrais hidrelétricas. Além disso, deve ser elaborado um mapeamento atendendo todos os consumidores, de forma a maximizar os resultados da aplicação dos recursos.

Dado as características de consumo existentes e a distribuição física dos consumidores, muito dispersa, o atendimento à população de baixa renda e pequenos produtores da zona rural deve ter como diretriz a implantação de redes de distribuição de energia elétrica baseadas em tecnologias simplificadas.

Há uma série de sistemas simplificados que pode ser adotada a nível do público mencionado e que conduz a uma redução de custos em relação ao sistema tradicional.

Como os recursos do Fundo de Investimento Social -FINSOCIAL destinam-se a um público de baixa renda, deve ser dada preferência à implantação de redes baseadas no Sistema Monofilar-com Retorno por Terra - MRT, pois este sistema apresenta o menor custo de implantação por km, sendo o mais acessível e de fácil operação dos sistemas existentes.

Em conjunto com a adoção do sistema MRT, há uma série de equipamentos, matérias e procedimentos que simplificam e reduzem os custos de implantação e operação das redes de distribuição. Assim, propõe-se a utilização de fios de aço zincado como condutores elétricos, postes de madeira, transformadores de baixa potência e diversos dispositivos elétricos simplificados. A não utilização de medidores de consumo, ao mesmo tempo que concorre para a redução de custos de implantação, permite a redução dos custos operacionais. Como substituição à leitura do medidor, pode ser adotada a cobrança baseada em estimativa de consumo.

A aplicação de recursos para a implantação de projetos na área de distribuição de energia elétrica, em benefício da população de baixa renda e pequenos produtores da zona rural, deve ser condicionada à participação da comunidade em todo o processo decisório e de implantação.

Em princípio, a adoção de sistemas simplificados com as características mencionadas permite o atendimento do público de baixa renda da zona rural. No entanto, as poucas aplicações das tecnologias simplificadas no país, aliadas à inexistência de avaliações sobre as mesmas, e, conseqüentemente, a ausência de padrões e normas de utilização, impedem um apoio do BNDES de uma forma mais sistemática.

Por esta razão, torna-se premente a elaboração de avaliações das experiências existentes, bem como de estudos visando a verificação sobre a adaptação dos diversos modelos de tecnologia simplificada ao público atendido pelo BNDES, com recursos do FINSOCIAL.

Além do estudo dos modelos de distribuição de energia existentes, seria importante analisar a questão do planejamento, em especial, o confronto entre a implantação de um plano diretor cobrindo toda uma região e a implantação de projetos localizados.

No âmbito da avaliação seria interessante, ainda, que fossem indicadas pesquisas propondo alternativas para permitir redução e/ou eliminação das supostas limitações de caráter técnico, que vêm justificando a não aplicação de maneira extensiva dos sistemas simplificados.

A avaliação sobre os benefícios que podem advir da implantação da energia elétrica a nível de pequena propriedade e de domicílios na zona rural é outro aspecto de extrema importância.

O direcionamento da ação do BNDES poderá sofrer correções, à medida que venha a ser constatado que, a nível da pequena propriedade rural, a pura implantação de energia elétrica não é suficiente para induzir um imediato aumento da renda dos consumidores.

Neste caso, propõe-se que agregado ao financiamento para implantação de redes de distribuição de energia elétrica, seja destinada uma parcela para aplicação em atividades produtivas (máquinas, equipamentos, custeio agrícola, etc).

Portanto, na medida que o BNDES tem entre seus objetivos a redução da pobreza e a superação de pontos de estrangulamento da infra-estrutura de energia, o apoio a projetos de eletrificação rural enquadra-se dentro da linha de ação prioritária.

Nesta área, deve haver, por parte das instituições ligadas a questão da pobreza na zona rural, uma ação de fomento junto às concessionárias e cooperativas de distribuição de energia elétrica no sentido de propor a utilização de sistemas simplificados em benefício da população de baixa renda e dos pequenos produtores.

Por fim, tendo em vista que entre as prioridades do BNDES encontra-se a redução das desigualdades regionais e a melhoria das condições de vida das populações carentes, a Região Nordeste apresenta-se como a Região para a qual se devem direcionar os esforços para a implantação de modelos de eletrificação rural baseados em tecnologias simplificadas.

VII - BIBLIOGRAFIA

- 1 - Rural Electrification for Development
Munasingha, Mohan
Westview Press, Inc - 1987
- 2 - Apostila sobre Eletrificação Rural
Campos, José Hisbello - 1984
- 3 - Eletrificação Rural
Piedade Júnior, César
São Paulo - Nobel, 1979
- 4 - Diretrizes para Atividades de Engenharia RER - 01/10
Diretoria de Planejamento e Engenharia/Assessoria
de Eletrificação Rural - DPE/ASER
Eletrobrás Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - 1986
- 5 - Informativo sobre Eletrificação Rural Comunitária
Secretaria do Estado do Interior do Paraná - 1985
- 6 - Revista Guia Rural
Editora Abril - Ano 1, nº 2, 1987
- 7 - Pontos Básicos para uma Política de Eletrificação Rural
- Diagnóstico - Política Departamento Nacional de Águas
e Energia Elétrica - DNAEE Brasília - 1985
- 8 - Eletrificação Rural no Brasil
Grupo Executivo de Eletrificação Rural de Cooperativas - GEER
Brasília, 1984
- 9 - Revista Mundo Elétrico
Editora Técnica Gruenwald Ltda. - nº 327, dezembro 1986
- 10 - Censo Demográfico: Famílias e Domicílios/
Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Rio de Janeiro:
IBGE, 1983 (IX Recenseamento Geral do Brasil 1980, v.1, t.6)
- 11 - Censo Agropecuário/Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IB-
GE - Rio de Janeiro: IBGE, 1983-1984 (IX Recenseamento Geral do Brasil 1980,
v.2, t.3)
- 12 - Sinopse Preliminar do Censo Agropecuário/Fundação Instituto Brasileiro de Geo-
grafia e Estatística - 1970- 1980; v.4/1985) - Rio de Janeiro: IBGE, 1973.
- 13 - Anuário Estatístico do Brasil
Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Rio de Janeiro, 1986

PERFIL DOS DOMÍCIOS ATENDIDOS POR ILUMINAÇÃO ELÉTRICA - 1980

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	DOMÍCIOS				DOMÍCIOS - ZONA URBANA				DOMÍCIOS - ZONA RURAL			
	TOTAL		% COM ILUMINAÇÃO ELÉTRICA		TOTAL		% SOBRE TOTAL GERAL		TOTAL		% SOBRE TOTAL GERAL	
	GERAL	%	GERAL	%	GERAL	%	GERAL	%	GERAL	%	GERAL	%
BRASIL	25.203.413	100,00	17.269.248	68,52	17.764.755	70,48	15.874.565	68,22	7.438.656	29,52	1.594.744	21,44
NORTE	1.042.986	4,14	478.203	45,85	543.681	52,13	418.332	76,94	496.307	47,87	69.871	11,09
Roraima	93.530	0,37	29.228	31,16	45.149	48,12	28.857	59,49	46.681	51,86	2.361	4,89
Acre	56.992	0,23	21.110	37,56	28.548	46,56	20.284	76,44	30.444	53,42	1.125	3,70
Amazonas	248.918	0,99	135.020	54,31	153.119	61,54	130.815	85,43	95.989	38,46	4.811	5,03
Paraná	15.471	0,06	8.605	57,11	9.760	63,22	8.368	85,54	5.891	36,78	468	8,24
Pernambuco	598.185	2,37	263.919	44,12	291.508	48,78	217.168	74,43	308.377	51,22	46.731	15,35
Alagoas	29.702	0,12	18.168	61,33	17.287	58,20	14.812	85,66	12.415	41,80	4.354	35,07
NORDESTE	6.743.187	26,78	2.942.180	43,63	3.482.416	51,79	2.645.432	75,75	3.287.781	48,31	296.748	9,11
Maranhão	770.557	3,06	179.718	23,32	231.893	30,08	137.841	59,44	536.664	69,81	41.877	7,77
Piauí	386.263	1,53	110.223	28,69	164.131	42,48	103.878	63,29	222.132	57,51	6.945	3,13
Ceará	992.182	3,94	433.390	43,68	552.105	55,64	404.090	73,19	447.087	45,06	29.008	6,55
Rio G. do Norte	369.685	1,47	184.811	50,02	223.556	60,47	173.125	77,44	148.127	39,53	11.786	8,07
Pernambuco	541.538	2,15	235.228	43,41	295.849	54,59	220.019	74,37	246.087	45,41	15.209	5,18
Pernambuco	1.240.860	4,82	711.412	57,34	793.958	63,19	644.708	82,24	456.701	36,81	66.704	14,81
Alagoas	390.351	1,56	181.315	46,58	196.786	50,38	132.405	67,45	193.763	49,62	29.310	15,23
Sergipe	230.604	0,91	123.387	53,06	128.166	55,58	106.689	83,23	102.438	44,42	15.688	15,32
Bahia	1.820.748	7,22	782.410	42,97	915.887	50,31	702.897	76,71	904.762	49,69	79.713	8,81
SUDESTE	11.664.418	46,36	9.973.424	85,36	9.910.605	84,32	9.302.187	93,86	1.773.813	15,18	871.257	37,84
Minas Gerais	2.759.968	10,95	1.748.311	63,36	1.904.133	68,99	1.602.163	84,14	855.835	31,01	146.448	17,11
Espírito Santo	416.821	1,66	286.127	68,62	278.283	66,44	243.703	87,58	140.558	33,58	42.424	30,18
Rio de Janeiro	2.704.812	10,73	2.488.395	91,92	2.513.204	93,32	2.404.088	95,66	191.508	7,08	82.287	42,97
São Paulo	5.600.817	22,02	5.452.351	97,36	5.214.908	88,90	5.052.193	96,88	585.912	10,10	400.088	68,29
SUL	4.188.179	16,62	2.990.590	71,41	2.758.408	65,86	2.475.765	89,75	1.429.771	34,14	514.795	38,01
Paraná	1.603.488	6,38	1.004.823	62,66	994.506	62,02	856.828	86,14	608.989	37,88	146.195	24,33
Santa Catarina	753.439	2,99	594.913	78,96	470.843	62,49	439.977	93,44	282.596	37,51	154.336	54,83
Rio G. do Sul	1.831.242	7,27	1.380.844	75,39	1.293.056	70,61	1.179.190	91,19	538.186	29,39	211.884	39,33
CENTRO-OESTE	1.544.921	6,13	884.882	57,29	1.061.635	68,73	832.789	78,44	478.906	31,01	52.073	10,87
Mato G. do Sul	291.207	1,12	152.124	52,26	191.886	66,10	136.070	72,23	99.821	31,90	13.164	14,96
Mato Grosso	218.232	0,87	86.983	40,73	125.826	57,68	81.874	64,91	92.406	42,34	7.219	7,81
Goiás	791.816	3,14	400.370	50,58	502.412	63,47	372.380	74,12	289.204	38,53	27.990	9,68
Distrito Federal	252.666	1,00	243.375	96,29	241.411	95,47	240.065	99,44	7.455	2,95	3.410	45,74

Fonte: IBGE - Censo Demográfico - Famílias e Domicílios - 1980.

QUADRO 2
PERFIL DAS PROPRIEDADES RURAIS - 1980

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	TOTAL DE PROPRIEDADES				PROPRIEDADES COM MENOS DE 20 ha				PROPRIEDADES COM MENOS DE 50 ha				PROPRIEDADES COM MENOS DE 100 ha			
	NÚMERO	%	ÁREA - ha	%	NÚMERO	%	ÁREA - ha	%	NÚMERO	%	ÁREA - ha	%	NÚMERO	%	ÁREA - ha	%
BRASIL	5.152.850	100,00	364.852.807	100,00	3.369.356	65,39	19.785.829	5,41	4.223.407	81,96	46.145.514	12,65	4.614.800	89,56	73.503.552	20,15
NORTE	408.173	7,92	41.859.417	11,39	200.959	49,23	1.291.951	3,11	287.126	70,34	3.794.609	9,13	336.402	82,42	7.290.103	17,54
Rorônia	48.371	0,94	5.223.631	1,43	14.824	30,85	89.987	1,72	19.391	40,09	234.820	4,50	31.937	66,03	1.201.032	22,99
Acre	27.371	0,53	5.879.333	1,56	5.022	18,35	40.218	0,71	8.536	31,19	145.202	2,58	13.613	49,74	461.237	8,12
Amazônia	100.623	1,95	7.009.595	1,92	67.796	67,36	427.056	6,10	84.152	83,63	875.846	12,49	91.061	90,50	1.301.596	18,57
Roraima	3.742	0,07	2.463.107	0,68	775	20,71	4.422	0,18	958	25,60	9.348	0,38	1.195	31,93	25.263	1,03
Pará	223.782	4,34	20.448.422	5,60	110.887	49,56	716.348	3,51	171.853	76,80	2.497.230	12,21	195.816	87,51	4.231.425	20,69
Amapá	4.304	0,08	735.129	0,20	1.555	36,13	11.320	1,54	2.236	51,95	32.363	4,40	2.780	64,59	69.550	9,46
NORDESTE	2.440.512	47,36	88.442.302	24,24	1.898.293	77,78	7.802.441	8,82	2.161.970	88,59	15.929.307	18,01	2.292.107	93,92	24.809.593	28,05
Maranhão	496.758	9,84	15.134.237	4,15	432.229	87,01	878.785	5,81	453.889	91,33	1.586.726	10,56	470.177	94,65	2.702.066	17,85
Piauí	242.129	4,70	11.162.097	3,06	196.391	81,11	817.452	5,53	216.971	89,61	1.261.960	11,31	230.407	95,16	2.179.061	19,52
Ceará	245.878	4,77	11.743.270	3,22	157.445	64,03	1.005.727	8,56	199.735	81,23	2.316.701	19,73	222.128	90,34	3.871.061	32,96
Rio Grande do Norte	106.458	2,07	4.513.494	1,24	79.298	74,49	377.521	8,38	91.913	86,34	787.151	17,00	98.625	92,83	1.234.397	27,35
Paraíba	187.485	3,25	4.906.467	1,34	132.452	70,08	616.948	12,57	150.321	89,75	1.156.137	23,56	158.313	94,52	1.700.418	34,66
Pernambuco	330.701	6,42	6.655.796	1,82	280.216	84,73	1.158.231	17,40	307.121	92,87	1.984.257	29,81	318.211	96,22	2.749.747	41,31
Alagoas	117.966	2,29	2.396.571	0,66	101.869	86,34	395.575	16,51	110.473	93,63	661.411	27,60	113.837	96,48	897.173	37,44
Sergipe	95.892	1,86	1.897.773	0,52	81.409	84,90	293.958	15,49	88.152	92,97	539.283	28,42	92.494	96,46	776.749	40,93
Bahia	637.225	12,37	30.032.597	8,23	436.984	68,58	2.458.244	8,19	542.595	85,16	5.643.681	18,79	587.715	92,23	8.698.881	28,96
SUDESTE	890.869	17,29	73.502.904	20,15	442.715	49,89	3.815.647	4,92	642.323	72,10	10.069.913	13,70	749.001	84,08	17.658.233	24,02
Minas Gerais	480.631	9,33	46.362.269	12,71	217.538	45,26	1.850.573	3,99	327.077	68,05	5.406.872	11,68	390.157	81,18	9.906.394	21,37
Espírito Santo	59.380	1,15	3.798.228	1,04	22.238	37,45	222.488	5,86	42.304	71,24	866.973	22,83	51.876	87,36	1.527.285	40,21
Rio de Janeiro	77.871	1,51	31.81.387	0,87	55.393	71,32	315.302	9,91	85.792	84,71	660.698	20,45	71.042	91,47	1.025.908	32,25
São Paulo	273.187	5,30	20.161.000	5,53	147.546	54,01	1.227.284	6,09	207.150	75,83	3.145.270	15,60	235.926	86,36	5.198.846	25,79
SUL	1.145.548	22,23	47.911.722	13,13	747.321	65,24	6.402.855	13,36	1.005.979	87,82	14.159.173	29,55	1.078.041	93,93	18.942.066	39,54
Paraná	454.103	8,81	16.380.332	4,49	319.688	70,40	2.593.344	15,83	404.895	89,16	5.217.963	31,86	430.026	94,70	6.876.578	42,59
Santa Catarina	216.159	4,19	7.473.778	2,05	134.667	62,30	1.201.352	16,07	192.255	88,94	2.921.796	39,09	206.512	95,54	3.675.178	51,85
Rio Grande do Sul	475.286	9,22	24.057.812	6,59	292.966	61,64	2.608.159	10,84	408.829	86,02	6.019.412	25,02	439.503	92,47	8.090.130	33,63
CENTRO-OESTE	267.748	5,20	113.436.462	31,09	80.068	29,90	642.735	0,57	126.009	47,06	2.192.512	1,93	181.249	80,22	4.803.557	4,23
Mato Grosso do Sul	47.943	0,93	30.743.739	8,43	18.731	39,07	142.697	0,46	26.212	54,67	377.079	1,23	29.978	82,53	642.826	2,09
Mato Grosso	63.383	1,23	34.554.549	9,47	30.800	48,59	203.255	0,58	39.630	62,52	482.257	1,40	45.542	71,85	899.694	2,60
Goiás	153.770	2,98	47.853.028	13,12	29.458	19,16	286.896	0,60	58.409	37,98	1.301.513	2,72	83.609	54,37	3.203.972	8,70
Distrito Federal	2.852	0,05	285.148	0,08	1.079	40,89	9.857	3,47	1.758	66,29	31.663	11,10	2.120	79,94	57.265	20,08

FONTE: Dados manipulados da FIBGE - Censo Agropecuario - 1980.

OBSERVAÇÕES: 1 - Os percentuais do primeiro grupamento (TOTAL DE PROPRIEDADES) se referem à participação no valor correspondente ao BRASIL.

2 - Os demais percentuais se referem à participação no valor correspondente à Unidade de Federação em questão.

QUADRO 3
PROPRIEDADES QUE UTILIZAM ENERGIA ELÉTRICA - 1980

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	TOTAL DE PROPRIEDADES			PROPRIEDADES ATÉ 20 HA			PROPRIEDADES ATÉ 50 HA			PROPRIEDADES ATÉ 100 HA		
	NÚMERO	%	%	NÚMERO	%	%	NÚMERO	%	%	NÚMERO	%	%
BRASIL	538.671	100,00	10,05	259.012	48,26	7,69	389.996	72,67	9,23	443.278	82,60	9,61
NORTE	2.992	0,56	0,73	930	31,08	0,46	1.421	47,49	0,49	1.756	58,69	0,52
Rorônia	394	0,07	0,81	94	23,86	0,63	150	38,07	0,77	205	52,03	0,64
Acre	138	0,03	0,50	18	11,59	0,32	32	23,19	0,37	48	34,78	0,35
Amazonas	762	0,14	0,76	291	38,19	0,43	457	59,97	0,54	560	73,49	0,61
Roraima	89	0,02	2,38	19	21,35	2,45	20	22,47	2,09	37	41,57	3,10
Pará	1.580	0,29	0,71	501	31,71	0,45	750	47,47	0,44	892	56,46	0,46
Amapá	29	0,01	0,67	9	31,03	0,58	12	41,38	0,54	14	48,28	0,50
NORDESTE	44.320	8,26	1,82	22.802	51,45	1,20	28.643	64,63	1,32	32.834	74,08	1,43
Maranhão	1.798	0,33	0,36	796	44,32	0,18	904	50,33	0,20	1.013	56,40	0,22
Piauí	1.029	0,19	0,42	527	51,21	0,27	644	62,59	0,30	723	70,26	0,31
Ceará	10.872	2,03	4,42	5.440	50,04	3,46	7.341	67,52	3,68	8.672	79,76	3,90
Rio Grande do Norte	2.206	0,41	2,07	1.206	54,62	1,52	1.452	65,78	1,58	1.662	75,27	1,68
Paraíba	5.082	0,95	3,03	2.552	50,22	1,93	3.240	63,75	2,16	3.704	72,88	2,34
Pernambuco	10.071	1,88	3,05	5.855	58,14	2,09	7.157	71,07	2,33	7.998	79,42	2,51
Alagoas	3.400	0,63	2,88	1.902	55,94	1,87	2.230	65,59	2,02	2.477	72,85	2,18
Sergipe	2.217	0,41	2,31	1.633	73,66	2,01	1.799	81,15	2,02	1.870	84,35	2,02
Bahia	7.645	1,42	1,20	2.891	37,82	0,66	3.876	50,70	0,71	4.715	61,67	0,80
SUDESTE	202.379	37,71	18,73	80.389	39,72	18,16	123.968	61,26	19,30	152.201	75,21	20,32
Minas Gerais	59.216	11,03	12,32	15.973	26,97	7,34	27.805	46,98	8,50	37.917	64,03	9,72
Espírito Santo	13.975	2,80	5,61	3.974	28,44	17,87	8.543	61,13	20,19	11.207	80,19	21,60
Rio de Janeiro	12.821	2,39	16,51	7.786	60,73	14,06	9.312	72,63	14,15	10.453	81,53	14,71
São Paulo	118.367	21,88	42,60	52.658	45,25	35,69	78.308	67,29	37,80	92.624	79,60	39,26
SUL	267.812	49,90	23,38	152.065	56,78	20,35	231.145	86,31	22,98	249.779	93,27	23,21
Paraná	50.402	9,39	11,10	25.631	50,85	8,02	38.641	76,67	9,54	43.555	86,42	10,13
Santa Catarina	99.965	18,63	46,25	61.322	61,34	45,54	91.257	91,29	47,47	97.375	97,41	47,15
Rio Grande do Sul	117.445	21,88	24,71	65.112	55,44	22,23	101.247	86,21	24,77	108.849	92,68	24,77
CENTRO-OESTE	19.168	3,57	7,16	2.826	14,74	3,53	4.819	25,14	3,82	6.708	35,00	4,16
Mato Grosso do Sul	4.880	0,91	10,18	683	14,00	3,85	1.293	26,50	4,93	1.649	33,79	5,50
Mato Grosso	1.992	0,37	3,14	328	16,47	1,06	393	19,73	0,99	454	22,79	1,00
Goiás	11.224	2,09	7,30	1.424	12,69	4,83	2.444	21,77	4,18	3.752	33,43	4,49
Distrito Federal	1.072	0,20	40,42	391	36,47	36,24	689	64,27	39,19	853	79,57	40,24

FONTE: Dados manipulados da FIBGE - Censo Agropecuário - 1980.

OBSERVAÇÕES: 1 - No caso do primeiro grupamento (TOTAL DE PROPRIEDADES), o primeiro percentual se refere à participação no valor correspondente ao BRASIL.

2 - No caso dos demais grupamentos, o primeiro percentual se refere à participação no valor correspondente à Unidade da Federação em questão.

3 - O segundo percentual de todos os grupamentos corresponde à participação do número de propriedades eletrificadas em relação ao total de propriedades do extrato considerado.

QUADRO 4

PROPRIEDADES ELETRIFICADAS - 1984

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	NUMERO DE PROPRIEDADES		PROPRIEDADES ELETRIFICADAS (%)
	EXISTENTES (1)	ELETRIFICADAS (2)	
BRASIL	5.167.577	900.361	17,42
NORTE	409.787	4.164	1,02
Rondônia	49.517	248	0,50
Acre	27.385	3.129	11,43
Amazonas	100.750	216	0,21
Roraima	3.743	28	0,75
Pará	224.085	438	0,20
Amapá	4.307	105	2,44
NORDESTE	2.450.700	95.155	3,88
Maranhão	496.929	2.860	0,58
Piauí	249.225	5.899	2,37
Ceará	246.065	26.191	10,64
Rio Grande do Norte	106.610	8.051	7,55
Paraíba	167.561	6.145	3,67
Pernambuco	331.083	24.253	7,33
Alagoas	118.278	3.334	2,82
Sergipe	96.078	2.460	2,56
Bahia	638.871	15.962	2,50
SUDESTE	892.532	276.529	30,98
Minas Gerais	481.181	80.260	16,68
Espírito Santo	59.416	19.288	32,46
Rio de Janeiro	78.353	17.033	21,74
São Paulo	273.582	159.948	58,46
SUL	1.146.578	501.689	43,76
Paraná	454.863	103.012	22,65
Santa Catarina	216.324	164.761	76,16
Rio Grande do Sul	475.391	233.916	49,20
CENTRO OESTE	267.980	22.824	8,52
Mato Grosso do Sul	48.036	5.657	11,78
Mato Grosso	63.440	2.963	4,67
Goiás	153.851	12.205	7,93
Distrito Federal	2.653	1.999	75,35

Fonte: Eletrificação Rural no Brasil - GEER, 1984.

Sistema BNDES

BNDES

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

Av. República do Chile, 100

CEP: 20139 – Rio de Janeiro – RJ

Telex: (021)30447/33189 – Tel.: 277-7447

FINAME

Agência Especial de Financiamento Industrial

Av. República do Chile, 100 – 17º andar

CEP: 20139 – Rio de Janeiro – RJ

Telex: (021)21857 – Tel.: 277-7447

BNDESPAR

BNDES Participações S.A.

Av. República do Chile, 100 – 20º andar

CEP: 20139 – Rio de Janeiro – RJ

Telex: (021)30165 – Tel.: 277-7447

Escritórios

Brasília

Setor Bancário Sul – Conj. 1 – Bloco E

13º andar

CEP: 70070 – Brasília – DF

Telex: (061)1190 – Tel.: 225-4350

São Paulo

Av. Paulista, 460 - 12º andar

CEP 01310 - São Paulo - SP

Telex: (011) 35568 – Tel.: 251-5055

Recife

Rua Riachuelo, 105 – 7º andar

CEP: 50000 – Recife – PE

Telex: (081)2016 – Tel.: 231-0200