



Energias Renováveis Sustentáveis



USO E GESTÃO PARTICIPATIVA

NO MEIO RURAL



Energia Termosolar

Coordenação geral:
Lúcia Schild Ortiz

Pesquisa, texto e edição:
Mayron Regis Brito Borges

Design gráfico:
Cló Barcellos / Libretos

Ilustrações:
Ricardo Machado

Realização:
GT Energia do FBOMS

Parceiros:
Fundação Heinrich Boell

Apoio:
Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB
Núcleo Amigo da Terra / Brasil – NAT

Foto da capa:
Tanice Andreatta

O77e Ortiz, Lúcia Schild
Energias renováveis sustentáveis : uso e
gestão participativa no meio rural / Lúcia Schild
Ortiz (coord.). – Porto Alegre : Núcleo Amigos
da Terra/Brasil, 2005.
64 p. : 23 x 16 cm.

1. Energias alternativas. 2. Energias
renováveis. 3. Sustentabilidade. 4. Meio
ambiente. 5. Gestão participativa.
I. Título.

CDU 620.92

Catálogo elaborada por:
Evelin Stahlhoefer Cotta – CRB 10/1563

**Micro e mini centrais
hidrelétricas**



Biomassa



Biogás



Biocombustíveis



**Energia
Solar fotovoltaica**



**Energia
Eólica**



Energia renovável sustentável é uma opção que promove: a universalização do acesso à energia e a gestão participativa e descentralizada dos recursos energéticos locais.

5 Apresentação

10 Utilizando a energia da água que corre nos rios, arroios e igarapés

10 Micro e mini centrais hidrelétricas

23 Utilizando a energia da matéria orgânica vegetal e animal

23 Os 3 bios

26 **Biomassa na geração de energia elétrica**

34 **Biogás**

42 **Biocombustíveis**

49 Utilizando a energia do sol

49 **Energia termosolar**

54 **Energia solar fotovoltaica**

62 Utilizando a energia do vento

62 **Energia eólica**

67 Para saber mais...

67 **Outras fontes de informação sobre o uso descentralizado e participativo das energias renováveis**

Apresentação

O que é energia renovável?

Quais são as fontes que podem ser melhor aproveitadas de acordo com as realidades regionais brasileiras? Como elas podem ser utilizadas de forma descentralizada, em aproveitamentos gerenciados pelas comunidades no meio rural?

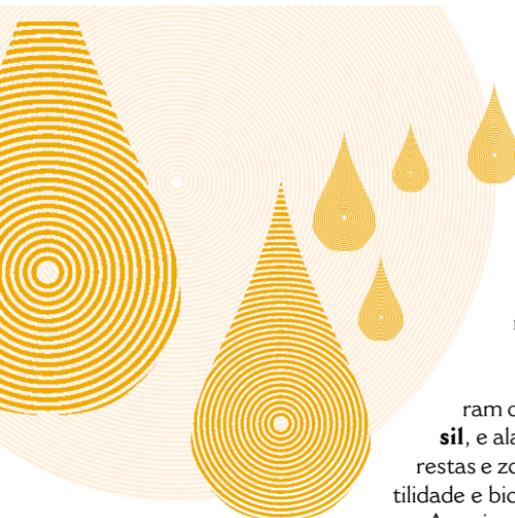
O que é necessário, em organização comunitária?

Quais as tecnologias disponíveis?

Quais os custos e meios de financiamento? Existem políticas voltadas para o setor ?

Quais as principais dificuldades e desafios para tornar o uso das fontes renováveis de forma descentralizada uma realidade no meio rural?

Estas são algumas das questões levantadas pelas organizações reunidas no Grupo de Trabalho (GT) Energia do Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (FBOMS).



O GT Energia é formado por organizações não governamentais – ONGs, sindicatos e movimentos sociais, como o Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB. Em sua maioria, estes grupos enfrentaram ou enfrentam no seu território, grandes projetos de energia que trazem consigo enormes impactos ambientais e injustiças sociais.

As grandes barragens, por exemplo, já deslocaram de suas terras cerca de **1 milhão de pessoas no Brasil**, e alagaram mais de **34 mil km²** de terras produtivas, florestas e zonas ribeirinhas ricas em suas paisagens, culturas, fertilidade e biodiversidade.

As usinas nucleares, como as de Angra dos Reis, geram grande apreensão à população no entorno, e o problema sem solução para as gerações futuras que é o **lixo radioativo**. No sul do Brasil, a geração de energia, e de **poluição**, a partir da mineração e da queima do carvão mineral, já mobilizou comunidades em defesa de suas terras, da água e do ar.

O aprendizado destas lutas resultou no questionamento do atual modelo produtivista e excludente e de geração centralizada de energia que, apesar de tantos impactos, não atende 12 milhões de brasileiros, destes, 10 milhões vivendo no campo. E esta reflexão nos mostra que a continuidade deste modelo não é a chave para beneficiar aos excluídos da energia.

A demanda crescente por energia está fortemente relacionada à expansão da produção de bens eletrointensivos, como o alumínio e a celulose, que consomem muita energia e água, recursos que são também exportados quando estes produtos são vendidos para fora do país.

A lição do apagão ocorrido em 2001 no Brasil não foi a do fantasma utilizado nos discursos para justificar a necessidade de novas grandes obras de energia.

A lição, dada pela população, que deve ser seguida em todos os setores da economia é: temos muito a conquistar no gerenciamento da demanda através de medidas de eficiência energética em todos os níveis. Só depois de esgotadas estas possibilidades o país deveria adequar sua matriz energética à uma demanda real utilizando formas de geração de energia causadoras de menor impacto sobre as pessoas e a natureza.

Precisamos de mais energia para aqueles que vivem no escuro. Mas esta energia, em quantidade e qualidade, pode ser suprida pelos recursos renováveis presentes de forma diversa em cada região do país.

São pequenas quedas d'água, resíduos agrícolas, os ventos e o sol que, combinados à aplicação de tecnologias apropriadas, decididas e gerenciadas pelas comunidades locais, podem trazer para a gente do campo, mais do que a luz, a possibilidade de conservação de alimentos e produtos, de aquecimento da água e de ambientes como criadouros de animais, de secagem e beneficiamento de grãos, além de opções de transporte e de comunicação.

É preciso mudar os padrões de produção e consumo e, assim, as perspectivas de aumento sempre crescente e insustentável de geração da energia.

Nossa intenção é mostrar aos pequenos produtores, aos movimentos organizados do meio rural e à população em geral as possibilidades do uso das fontes renováveis – das micro e mini centrais hidrelétricas, da energia solar, da energia eólica e da eletricidade, biogás e biocombustíveis vindos da biomassa – como forma de descentralização e democratização dos benefícios da energia com inclusão social, refletindo sobre quais as condicionantes e quais as restrições para que seu uso seja sustentável e traga impactos positivos para as comunidades e para o meio ambiente.

Nos exemplos práticos estão a riqueza das possibilidades e o significado que cada uma dessas experiências trouxe às comunidades. Houve apropriação da energia, fortalecimento de práticas democráticas e formas de tomada de decisão, que ampliaram a produtividade e a renda, e estimularam a reflexão sobre a participação da mulher e a responsabilidade de cada um na produção, no uso e na gestão dos recursos locais.

Estas conquistas são decisivas para a permanência das comunidades na sua terra, e para o fortalecimento da resistência a outros projetos de “des”envolvimento que ameaçam, seja pelo avanço da fronteira das grandes monoculturas, seja pela perspectiva de alagamento de campos e florestas por grandes barragens, o modo de vida das populações rurais de fato envolvidas com e dependentes da terra.

Hoje no Brasil, as políticas para a promoção das energias renováveis e para a universalização não andam juntas e desperdiçam as vantagens e oportunidades para a descentralização e a criação de um outro modelo, participativo, que diminua de fato as desigualdades sociais e regionais no acesso à energia.

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, por exemplo, objetiva apenas a maior participação de algumas fontes renováveis na matriz energética, e é direcionado aos empreendimentos ligados à rede nacional de transmissão.

O Programa Luz para Todos, assim como a **Política de Universalização**, tem como prioridade a extensão das redes existentes para o oferecimento da energia que vem de grandes centrais geradoras e é distribuído por empresas concessionárias, que pouco interesse econômico têm nesta tarefa.

Nestes programas, as comunidades rurais – mais de 80% da população sem energia – em grande parte longe das redes de transmissão, são as últimas beneficiadas. Por outro lado, estas comunidades têm mais a ganhar a partir dos processos de organização e gestão participativa no aproveitamento descentralizado dos recursos energéticos locais.



Os exemplos já em curso servem de base para a formulação de políticas apropriadas que venham beneficiar muitas outras comunidades rurais pelo Brasil adentro.



Utilizando a energia da água que corre nos rios, arroios e igarapés...



Micro e mini centrais hidrelétricas

A dificuldade que as comunidades do interior do Brasil vivenciam no seu trato rotineiro com a energia contrasta com a facilidade que as populações das cidades encontram na convivência e na utilização da eletricidade vinda, em sua maior parte, de grandes barragens. Ligar comunidades isoladas ao sistema integrado de energia não apresenta vantagens na ótica das empresas concessionárias.

Da parte das comunidades, receber ou gerar energia de forma isolada pode por vezes representar um preço alto por um serviço de má qualidade, intermitente, ou com potência insuficiente para sua demanda, o que pode atrapalhar os seus negócios.

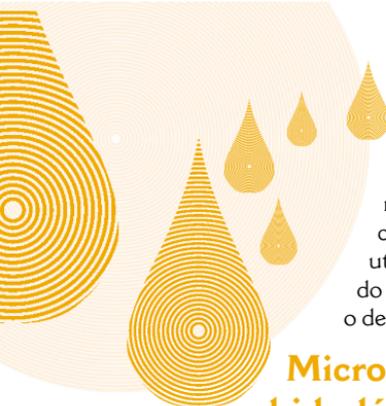
O uso da energia da água, em micro e mini centrais hidrelétricas, pode ser uma excelente opção a beneficiar comunidades em associação do interior do Pará ou várias famílias de trabalhadores rurais cooperativados do norte do Rio Grande do Sul.

A construção de uma central hidrelétrica, mesmo uma pequena ou uma micro, deve ser analisada de forma que a consideração integrada quanto à viabilidade econômica, à viabilidade social e ambiental e também quanto aos recursos disponíveis permita uma conclusão indefectível. Decidir sobre se deve ou não construir uma central hidrelétrica requer sabedoria e, muitas vezes, os responsáveis pelo projeto não são sábios.

As comunidades que estão à margem do mapa energético e que são atingidas por estes empreendimentos no Brasil se perguntam: quais são os fins de toda essa energia que sai das hidrelétricas que alagam nossas terras?

A geração e o fornecimento de energia sempre foram pensados e discutidos como estruturas tecnológicas e econômicas que dinamizam um desenvolvimento econômico e social homogêneos. Como se todos precisassem consumir um mesmo padrão de ener-

As próprias comunidades, empresas do setor elétrico, ONGs e associações estão discutindo alternativas simples e viáveis que providenciem quantidade e qualidade de energia para os desafortunados do consumo de energia.



gia, o que, realmente, não acontece. Depende muito se o consumidor residencial é ou não do meio rural. Qual o tipo de residência, de utensílios domésticos, de equipamentos e quantas pessoas utilizam esse benefício? No caso do consumidor industrial, depende do tipo de indústria e do maquinário. Desconsiderando as realidades, o desperdício de recursos vira regra.

Micro, mini e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs)

As micro, mini e as pequenas centrais hidrelétricas (também conhecidas como PCHs) vêm se consolidando como alternativas para as comunidades rurais e pequenas agroindústrias que, ou não estão interligadas ao sistema energético, ou são agraciadas com uma energia cara e de baixa qualidade por estarem na ponta das redes de transmissão. Por dentro do Brasil, pequenos projetos, tanto em termos de recursos como de geração de energia, germinam e frutificam sem causar impactos ambientais e sociais.

O tanto de energia que cada uma delas vai produzir é o que permite afirmar o que é uma micro, o que é uma mini central e o que é uma PCH.

Classificação da portaria 394 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, de dezembro de 1998

Classificação	Produção de energia
Micro centrais	até 100 kW
Mini centrais	de 100 a 1.000 kW
PCHs	de 1.000 a 30.000 kW (ou 30 MW)

Segundo a ANEEL, em 2002, havia **345 PCHs, micro e mini centrais em operação, um total de 1468 MW**. Destas, 42 estavam em construção, cerca de 516 MW, e mais 79 outorgadas, 1225 MW, totalizando **3.219 MW**, menos da metade do total inventariado que é de **7316 MW**. Estudos baseados no Sistema de Informações sobre Potencial Hídrico elevam esse potencial para **17.277MW¹**.

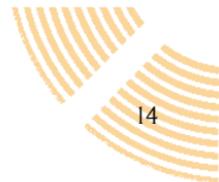
O custo da energia produzida pelas PCHs, pelas micro e mini centrais ainda é bastante alto, comparado ao valor do megawatt-hora médio de geração de energia da ANEEL – **R\$ 72,45/MWh**.

As PCHs da região sul, que ficam entre 10 e 30 MW, conseguem um valor de **R\$ 51,22/MWh**. As micro da região norte, que alcançam 100 KW, têm um preço de **R\$ 122,57/MWh**.

Todavia, só o fato das micro ou das pequenas centrais serem pequenos projetos não certifica que sejam sustentáveis e que não haja restrições para sua construção.

A sustentabilidade depende de requisitos socioambientais que uma atividade econômica deve seguir e implica cada vez mais pensar o acesso aos recursos naturais condicionado às realidades sociais e ambientais de cada região. Advoga-se em relação a esses projetos que o gerenciamento seja comunitário; que novas formas de organização para o projeto surjam; que promovam a eletrificação de um maior número de domicílios sem

1. Estudo publicado em Tolmasquim, M. T. (coord.) Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil, Ed. Relume Dumará, Rio de Janeiro, 2002



acesso; que os gastos totais com energia decresçam; que o consumo de energia destine-se ao suprimento das necessidades adequadas à realidade local; que gerem trabalho e renda; e que os impactos ocasionados no ambiente sejam os menores possíveis.

É evidente que uma PCH pode causar menor impacto do que uma grande central hidrelétrica, contudo, dentro das especificidades socioambientais de uma região, pode infligir impactos muito graves e irreversíveis para um bioma determinado e para as populações que nele e dele vivem.

Para que isso deixe de ser a regra e para que possam merecer a credencial de sustentabilidade, os projetos de PCH podem estar ainda condicionados a outros critérios.

Por exemplo:

- ser a fio d'água,
- dispensar a necessidade de um lago ou reservatório,
- ter potência instalada de até 10 MW, seguindo as definições e as recomendações da Comissão Mundial de Barragens²,
- ter densidade de potência instalada de menos que 10 W por m²,
- ter sua construção decidida pelas comunidades atingidas.

Indispensável também é que a influência, impactos e viabilidade socioambiental de cada pequeno projeto sejam sempre avaliados no contexto dos múltiplos empreendimentos existentes e/ou previstos para uma

2. A Comissão Mundial de Barragens foi um processo independente e internacional de discussão sobre as controvérsias dos projetos de hidrelétricas. O Relatório, publicado em 2000, pode ser acessado em <http://www.dams.org/report/>

mesma bacia hidrográfica, o que pode evitar que um pequeno rio deixe de correr e dar vida às populações e ecossistemas que dele sobrevivem e se torne uma escadinha de pequenos lagos com a única função de fornecer energia.

Gerar e gerenciar a energia elétrica produzida por micro e mini centrais hidrelétricas de forma sustentável e viável economicamente já é uma realidade para comunidades e cooperativas no meio rural em diferentes regiões do Brasil que localizam-se a poucos quilômetros de cursos d'água com declividade mínima adequada para seus aproveitamento hidrelétrico. Na maioria das vezes, a mobilização dessas comunidades em torno dos projetos é determinante para garantir sua permanência no campo, a soberania sobre o seu território e até mesmo a vitória da resistência a outros projetos que põem em risco seus modos de vida, como é o caso do avanço das grandes monoculturas sobre as pequenas propriedades rurais, ou mesmo o possível alagamento de suas terras por projetos de mega centrais hidrelétricas.

Projetos de micro e mini centrais hidrelétricas sustentáveis

Exemplo 1

Comunidade de Açaizal, município de Bel Terra

Ali, no oeste paraense, só algumas casas se iluminavam à noite, graças a motores movidos a diesel. A maioria das 80 famílias de pequenos produtores de arroz, mandioca e milho vivia às escuras. Uma das possíveis soluções seria a compra de placas solares



fotovoltaicas, mas a capacidade de armazenagem de energia não seria suficiente para os anseios das famílias. A solução encontrada foi construir uma micro central hidrelétrica, a partir das experiências bem-sucedidas na região, construídas pela Idalma, micro indústria com sede em Santarém.

Das 80 famílias, 45 se organizaram e coletaram durante seis meses R\$ 1.500,00 cada, que resultaram na compra de 2 pequenas turbinas fabricadas na região, 2 geradores e 13 transformadores que geram e distribuem 60 kW para quatro comunidades, duas com sócios e duas com não-sócios.

A comunidade tem um estatuto que disciplina todas as obrigações a respeito da micro central hidrelétrica: do **quanto se deve cobrar** e até **quem é responsável** pela manutenção. Os sócios têm direitos a consumir **60 kWh de energia elétrica por mês de graça**, pagando apenas o adicional do consumo, enquanto os não-sócios pagam pelo consumo total.

Em Açaizal, foi feita uma pequena taipa de terra, com ajuda das máquinas da prefeitura, para canalizar parte do igarapé e direcioná-lo para alimentar as turbinas. O relatório ambiental simplificado foi escrito pela Idalma e descreveu os impactos como baixos, frente às vantagens obtidas.

Ligando as turbinas na barragem do Açaizal. (Foto: Viviane)



A maior dificuldade enfrentada pela comunidade de Açaizal hoje se relaciona com a regulamentação do setor elétrico, que permite a geração de energia pelas comunidades isoladas, mas não a sua distribuição para comunidades vizinhas. A responsabilidade ficaria a cargo da Centrais Elétricas do Pará - CELPA. A concessionária é a única autorizada a distribuir energia no estado do Pará, mas não tem interesse econômico em distribuir energia para pequenas comunidades como estas que, trabalhando por este benefício, atuam hoje na “ilegalidade”.

Além de melhorar a qualidade de vida no cotidiano dos comunitários, que passaram a contar com aparelhos eletrodomésticos e abastecimento de água em suas casas, a construção da micro central hidrelétrica fez com que as pessoas se fixassem em suas terras e não as vendessem para produtores de soja.

Este exemplo já alcança comunidades com características e possibilidades semelhantes, e também serve de reflexão do atual modelo de geração de energia que sai de grandes centrais hidrelétricas e, distribuída pelas grandes concessionárias, na maioria privadas, não chega às pequenas comunidades.



Exemplo 2

Comunidade de Vila Cachoeira do Aruã, município de Santarém

Região oeste do estado do Pará: 59 famílias estão sendo beneficiadas com a implantação de uma micro central cuja potência instalada é de 50 kW, mas que pode ser ampliada para 100 kW.

Foi uma mudança radical para uma comunidade que até bem pouco tempo baseava sua vida numa precária roda d'água e num pequeno gerador termelétrico a diesel que funcionava nos finais de semana, durante três horas, o que custava R\$ 10,00 mensais por família para pagar o diesel.

Para que o projeto trouxesse mudanças significativas na vida e socioeconomia da comunidade, se criou uma entidade comunitária com nome de Prisma, uma parceria do Centro Nacional de Referência em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos – CERPCH com a Universidade Federal de Itajubá – Unifei, o Instituto Winrock, o Projeto Saúde e Alegria e a CELPA. O Prisma ficou responsável pela gestão da micro central e pela promoção de usos produtivos de eletricidade.

A entidade assumiu duas atribuições legais: Produtor Independente de Energia – PIE e Organização da Sociedade Civil de Interesse Público – OSCIP. Como **PIE**, o Prisma pode produzir e comercializar energia com a concessionária local, sob os auspícios da ANEEL. O fato de ser um Produtor Independente abre

também as portas para benefícios como o da sub-rogação da Conta Consumo de Combustível – CCC, que é um fundo de subsídio para projetos que substituem o consumo de combustíveis fósseis em locais remotos.

Além disso, foi uma forma de “legalizar” a atuação comunitária na produção e gestão da energia e registrar este fato de forma pioneira na ANEEL.

Como **OSCIP**, o Prisma enfoca o viés social e comunitário de organizações do terceiro setor, porém dotada da flexibilidade de uma empresa privada.

Exemplo 3

Cooperativa Regional de Eletrificação Rural do Alto Uruguai – CRERAL

A CRERAL existe desde 1969, quando a formação de cooperativas de eletrificação rural foi incentivada pelo governo, uma vez que as companhias distribuidoras estatais, como a Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE no Rio Grande do Sul, assumiam sua incapacidade em atender os consumidores do campo. Por muitos anos a cooperativa funcionou como uma empresa privada, familiar, sem transparência. Em 1992, após uma crise financeira, falta de estrutura e qualidade para atender os cooperativados, tarifa elevada e falta de diálogo entre a direção e a base, uma grande mobilização organizada com o apoio dos sindicatos dos trabalhadores rurais fez com que a diretoria renuncias-



Norte do Rio Grande do Sul: em 1997, 5.647 associados da CRERAL decidem pela construção de uma mini central hidrelétrica para obter energia a baixo custo, sem prejuízos ambientais e sociais.

se e uma nova forma de gestão, participativa, fosse implementada. Hoje, as decisões na CRERAL passam por várias etapas: **120 encontros** nas comunidades, **conselho de líderes** e **uma assembléia geral por ano**, definindo as prioridades, as mudanças, os investimentos e a tarifa que será cobrada.

Ao todo, a CRERAL controla duas mini centrais: a **Abaúna, com potência de 720 kW, e a **Cascata das Andorinhas**, de 1.000 kW. A quantidade de energia disponibilizada pelas duas centrais atende 50% do consumo da cooperativa. O restante é comprado da concessionária privada que atua na região, a RGE, e distribuído através das redes da cooperativa.**

Mini central Abaúna, inaugurada em 2000

altura	reservatório	turbinas	geradores e transformadores	custos e financiamento
2 m de altura	canal com extensão de 3.000 m	1 turbina Kaplan com potência de 720 kW	1 gerador com potência de 900 kVA 1 painel de comando que ajusta a tensão, a potência e a frequência de energia produzida 1 transformador que muda a tensão de 380 V para 13.800 V para que seja feita a conexão com a rede de distribuição	R\$1.200.000,00 42% de recursos provenientes do Banco Regional de Desenvolvimento – BRDE 58% de recursos próprios da cooperativa
Em 2001, a energia gerada pela Abaúna foi 3.822 MWh, e o custo do MW/h ficou abaixo dos 10 dólares ³ .				

3. Atualmente a energia cobrada nas contas de energia elétrica residencial fica em torno de 150 dólares – ou R\$ 340,00 o MWh.

Mini central Cascata das Andorinhas, inaugurada em 2004

altura	reservatório	turbinas	geradores e transformadores	Custos e financiamento
queda d'água de 142 m	opera a fio d'água (sem reservatório)	2 turbinas Francis de 500 kW cada	2 geradores de 750 kVA, 380 V por gerador (1800 RPM) 2 transformadores que elevam a tensão de 380 para 13.800 V	R\$ 2.200.000,00

A obra da usina foi concluída em 28 meses e, durante a construção, foram gerados 50 empregos diretos e 150 indiretos. O projeto ainda hoje envolve a CRERAL e a comunidade do município de Nonoai, às margens do arroio Tigre, no reflorestamento das margens do arroio e na busca por soluções de tratamento de esgotos e preservação da qualidade das águas que caem na cascata e geram energia para os associados da CRERAL.

viabilizado através de um financiamento do BRDE de 65% do custo total. O restante foi investimento da própria cooperativa

Mini central hidrelétrica
Abaúna – CRERAL, RS.
(Foto: Lúcia Ortiz)



Uma curiosidade

Mesmo antes da vinda da energia elétrica, eram as mulheres as responsáveis em cada casa pelo controle do estoque da lenha para o cozimento dos alimentos, pelo aquecimento da água e pela conservação dos produtos como frutas e verduras. Mas, em sua maioria, os homens é que são os proprietários legais das terras e, assim, os que detém os títulos da sociedade ou cooperativa em que se organizam as comunidades rurais para a gestão da energia.

Na CRERAL, que tem mais de 5 mil associados estruturados em 120 centros comunitários que se reúnem anualmente, um conselho de líderes formado por 240 associados elege um Conselho Ampliado, que dá suporte às tomadas de decisão pelo Conselho de Administração a partir dos desígnios da Assembléia Geral. Neste conselho, de 50 pessoas, apenas **uma** é mulher.

Na comunidade do Açaizal, apesar do reconhecido papel das mulheres na economia e uso consciente da energia – justamente naquelas propriedades onde o consumo não ultrapassa os 60 kWh médios mensais – elas não têm participação de destaque nas reuniões e tomadas de decisão da associação comunitária.

É importante que as mulheres tenham consciência do seu papel e do valor das suas contribuições no gerenciamento dos recursos energéticos renováveis e ocupem o seu espaço nas diversas formas de organização e decisão comunitária.

Nem sempre a participação das mulheres em todo o processo de realização é reconhecida.