



WWF

RELATÓRIO

2020

ACCESO A LA ENERGÍA RENOVABLE EN REGIONES REMOTAS DEL BRASIL: EXPERIENCIA ADQUIRIDA Y RECOMENDACIONES



WWF-Brasil

Maurício Voivodic - Director Ejecutivo

Alexandre Prado - Director de Economía Verde

Gabriela Yamaguchi - Directora de Engajamiento

Raul Valle - Director de Justicia Socioambiental

Edegar Rosa - Director de Conservación y Restauración

Responsable por el estudio:

Alessandra da Mota Mathyas

Colaboración:

Aurélio Souza, Usinazul

Foto de capa:

**Aurélio Souza - Sistema da maquina de gelo solar.
Vila Nova do Amanã (Amazonas)**

Editoración eletrónica: Supernova Design

Revisión: Laticia Eble

Traducción: BVaz Idiomas

Publicado por WWF - Brasil

Brasília, Febrero 2020

RESUMEN

PRESENTACIÓN	4
1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS PROYECTOS DE ACCESO A LA ENERGÍA EN LA AMAZONIA BRASILEÑA	8
Perfil de los proyectos	9
Rendimiento financiero y ambiental	16
¿Cómo están utilizando las familias el dinero que solía destinarse al “combustible para la iluminación”?	18
Retos	22
2 USO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS PARA COMUNIDADES AISLADAS	24
Los servicios energéticos y su valor de generación de ingresos	25
Suministro de agua e irrigación	28
Sistemas de captación de agua de lluvia	28
Sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua	30
Conservación de alimentos y otros productos	35
Secadores solares	35
Refrigeración solar comercial	36
Máquina de hielo solar	38
Cocción y procesamiento de alimentos	40
Cocinas y hornos mejorados (cocinas y hornos ecológicos)	40
Biodigestores	41
Generación de energía: iluminación, productiva, de ocio, otras	42
Pico Solar / Pico PV	45
Sistemas fotovoltaicos autónomos individuales y colectivos	46
3 RECOMENDACIONES	52
4 REFERENCIAS	58

PRESENTACIÓN



CUANDO SE COMPARA CON LA POBLACIÓN TOTAL DE BRASILEÑOS - QUE ALCANZA LOS 207 MILLONES - PARECE QUE EL NÚMERO DE LOS QUE NO TIENEN ACCESO A LA ENERGÍA ES INSIGNIFICANTE. PERO ES INACEPTABLE QUE LA VIDA DE MÁS DE UN MILLÓN DE BRASILEÑOS CONTINÚE COMO EN EL SIGLO PASADO.

Actualmente, hay 237 lugares aislados en Brasil. Según el Operador Nacional del Sistema Eléctrico (ONS)¹, la mayoría de ellos están en la región Norte, en los estados de Rondonia, Acre, Amazonas, Roraima, Amapá y Pará. El consumo en estos lugares es bajo y representa menos del 1% de la carga total del país. La demanda de energía en estas regiones se abastece principalmente de plantas térmicas locales que utilizan gasóleo. Según los últimos datos del censo demográfico del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), la población considerada sin acceso a la energía superaba los dos millones de brasileños.

Sin embargo, en la última década, se han realizado numerosas conexiones de red por el Programa Luz para Todos (LpT) del Ministerio de Minas y Energía (MME) - actualmente, el Programa de Universalización de la Energía. Aunque los datos son dispersos y ni los distribuidores ni la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) están seguros del número exacto de personas que se benefician del acceso a las redes de distribución de energía, se sabe que de 2011 a 2017, a través del LpT, la energía eléctrica llegó a casi 800 mil personas (IEMA, 2019).

Cuando se compara con la población total de brasileños - que alcanza los 207 millones - parece que el número de los que no tienen acceso a la energía es insignificante. Pero es inaceptable que la vida de más de un millón de brasileños continúe como en el siglo pasado. Son personas que viven rehenes de la leña y de los altos precios de los combustibles fósiles para garantizarles unas horas de iluminación nocturna. Son ciudadanos que, debido a la falta de electricidad, no tienen también acceso a la comunicación, a una educación de calidad y a la mejora de su producción agroextractivista. Para tener electricidad unas pocas horas al día, emiten muchos más gases de efecto invernadero que un ciudadano conectado las 24 horas a la red convencional. Se ven obligados a viajar al lugar donde compran su combustible, regresar a sus comunidades y utilizar el combustible en los motores fósiles. En otras palabras, cuesta

¹ Operador Nacional del Sistema Eléctrico es el organismo brasileño encargado de coordinar y controlar el despacho de energía.

tres veces más. Además, el combustible utilizado no se desecha adecuadamente y se suele verter en los ríos o en tierras que están cerca de las casas.

Para estas personas, no hay manera de que la electricidad pueda llegar a través de las líneas de distribución tradicionales. Pero es necesario cambiar la realidad extremadamente costosa de la logística y de la compra de combustible. Así que será necesario invertir en fuentes de energía renovable de generación local y descentralizada. Dado el alto valor del combustible en el norte del país, para estos residentes remotos y aislados, la opción más rápida y barata parece ser la energía solar fotovoltaica.

Aunque el tema es bastante actual y urgente, no es nada nuevo. Durante más de dos décadas, se han desarrollado pequeños proyectos en la Amazonia brasileña, primero para probar las fuentes renovables en el bioma, y más recientemente, para evaluar la sostenibilidad económica de estos procesos.

En ese sentido, en asociación con la Fundación Mott, el WWF-Brasil realizó una encuesta con diez proyectos desarrollados en la última década con el objetivo de sistematizar y compartir datos e información sobre las iniciativas de energía renovable (ER) fuera de la red en

comunidades aisladas. Los resultados presentados en el primer capítulo de esta publicación aportan optimismo, pero también un reto: ¿cómo universalizar el acceso a la energía a las poblaciones aisladas y remotas con energías renovables para que también se convierta en un buen negocio para las empresas y el Poder Público?

En el segundo capítulo se actualiza la información sobre el equipo y los usos de la energía renovable para poblaciones aisladas y remotas. La primera edición, disponible en 2017, ha sido muy útil para la difusión de tecnologías y para acercar a las comunidades necesitadas de servicios y productos energéticos a las empresas que operan en este sector.

Por último, a partir de esas experiencias se formulan recomendaciones sobre políticas públicas, medidas empresariales, educativas y de participación de la sociedad civil para que el Brasil pueda realmente lograr el objetivo de la universalización de la energía en un 100% antes de 2030, de acuerdo con el objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODM): “Energía limpia y accesible a todos”. La experiencia del Brasil también puede motivar a otros países amazónicos que también tienen el gran reto de llevar energía limpia y sostenible a todos sus ciudadanos.





1. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS PROYECTOS DE ACCESO A LA ENERGÍA EN LA AMAZONIA BRASILEÑA



Para esta investigación se seleccionaron diez proyectos desarrollados por organizaciones de la sociedad civil y universidades en los últimos años. Entre ellos, nueve han sido implementados en la Amazonia brasileña y uno en el Pantanal, lo que demuestra que las tecnologías de energía renovable son perfectamente adaptables a todos los biomas.

Perfil de los proyectos

Los proyectos se centran principalmente en poblaciones remotas, sin acceso a la electricidad a través de la red de distribución. En el Cuadro 1 a continuación se presentan las organizaciones participantes, los proyectos y las regiones atendidas.

Tabla 1 –
Instituciones
participantes de la
investigación

Institución	Proyectos	Ubicación	Periodo	Inversión (R\$)
Centro de Estudios Avanzados de Promoción Social y Ambiental - Proyecto Salud y Alegría	Solar Energy for Amazon River Dwellers	Santarém, Oeste de Pará	2017 -en curso	996.990,00
Instituto para el Desarrollo de la Energía Alternativa y la Autosostenibilidad (IDEAAS)	Luz ahora en el Amazonas	Santarém/PA	2006-2009	230.000,00
	Bakana Solar (Fase I)	Ilhas de Belém/PA	2010 -en curso	3 millones
	Luz para una Vida Mejor (Fase II)	Arquipélago do Marajó/PA y Tefé/AM		
ECOA - Ecología y Acción	Pantanal Wetland – Solar Energy for Isolated Community	Campo Grande y Corumbá	2016 - en curso	109.000,00
WWF – Brasil	Resex Productores de Energía Limpia	Lábrea/AM	2016- en curso	2.152.700,00

Institución	Proyectos	Ubicación	Periodo	Inversión (R\$)
Grupo de Estudios y Desarrollo de Alternativas Energéticas de la Universidad Federal de Pará (GEDAE/UFGPA)	Sistema solar de corriente continua para el suministro de energía y el procesamiento de Asaí en las comunidades del Amazonas	Barcarena/PA	2019 - en curso	17.000,00
Universidad Federal de Amazonas	Modelo de Negocio de Energía Eléctrica en Comunidades Aisladas del Amazonas	Manaus/AM	2005 - 2008	1.749.770,92
Instituto de Desarrollo Sostenible de Mamirauá	Tecnologías sociales para la calidad de vida: acceso al agua y a la energía por parte de las poblaciones amazónicas	Tefé, Región Media de Solimões/AM	1999 - en curso	Más de 3 millones
Instituto Socioambiental (ISA)	Xingu Solar	Mato Grosso	2013 - en curso	5 millones
	Cruviana	Roraima		
Geenpeace	Bailique Solar	Bailique, distrito de Macapá/AP	2019	140.000,00

Fuente: datos de la investigación

Elaboración propia.

Durante el período de investigación, la cotización de la moneda fue de US \$ 1 = R \$ 4

Cada proyecto duró entre dos y cinco años de aplicación, y la mayoría de los sistemas, incluidos los más antiguos, siguen en funcionamiento.

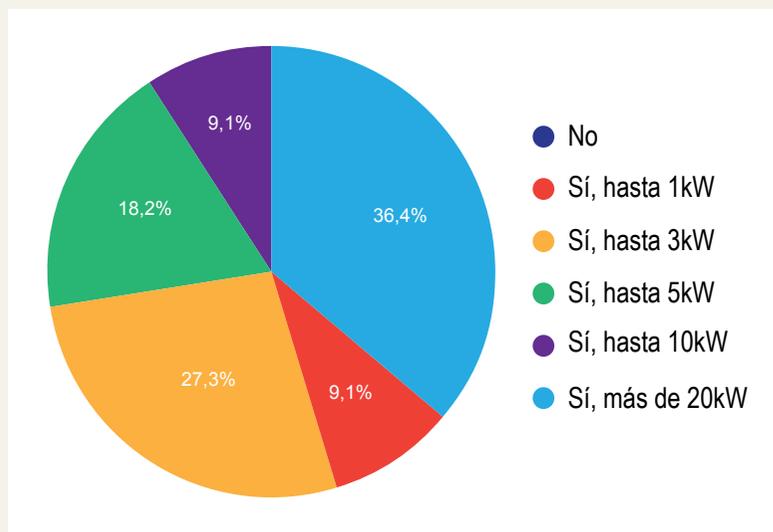
Los proyectos instalaron sistemas de diversos tamaños, según el número de personas beneficiadas.

De los proyectos analizados, cuatro reportaron la instalación de más de 20 kW de sistemas solares, y los demás hicieron instalaciones de menos de 10 kW. Los datos obtenidos en la encuesta se pueden ver en el Gráfico 1.

Según el alcance y la cobertura de cada uno de los proyectos evaluados, el número de beneficiarios directos es bastante variado, y va desde los que atienden a una sola familia de siete personas hasta los que atienden a unas 6.000 personas en una tierra indígena. Si se suman todos los resultados obtenidos con dichas iniciativas, hay más de 8.900 personas que reciben asistencia directa de los proyectos.

Los beneficios que se pueden contabilizar van mucho más allá de esto, incluyendo las comunidades alrededor de las instalaciones, los compradores de los productos beneficiados o los servicios que ahora se proporcionan a personas distantes. En este sentido, las diez iniciativas han beneficiado indirectamente a unas 34 mil personas.

Gráfico 1 – ¿Es posible estimar cuántos kW se están generando con las ER con la acción del proyecto?



Fuente: datos de la investigación
Elaboración propia

Estos proyectos evaluados se caracterizan por una fuerte implicación social. No se limitan a hacer las instalaciones y dejarlas a la comunidad, sino que también implican eventos de capacitación, con orientaciones sobre la gestión de la energía. Después de todo, para las comunidades que antes vivían limitadas a un máximo de tres horas de luz por la noche con motores de combustión, con la llegada de una fuente que permite el uso de la electricidad hasta 24 horas al día, el saber potenciar el uso de la energía en todas sus actividades asegura que todos podrán disfrutar de la tecnología de diferentes maneras, y que el equipo tendrá la durabilidad esperada si se utiliza correctamente.

De las instalaciones realizadas, la mayoría son de uso colectivo. Comprendiendo que el Estado tiene la obligación de llevar la energía a los ciudadanos, las organizaciones apostaron por modelos que demostraran la viabilidad de los sistemas de uso productivo y/o colectivo. Aún así, específicamente para uso familiar, se instalaron más de 150 sistemas domésticos.

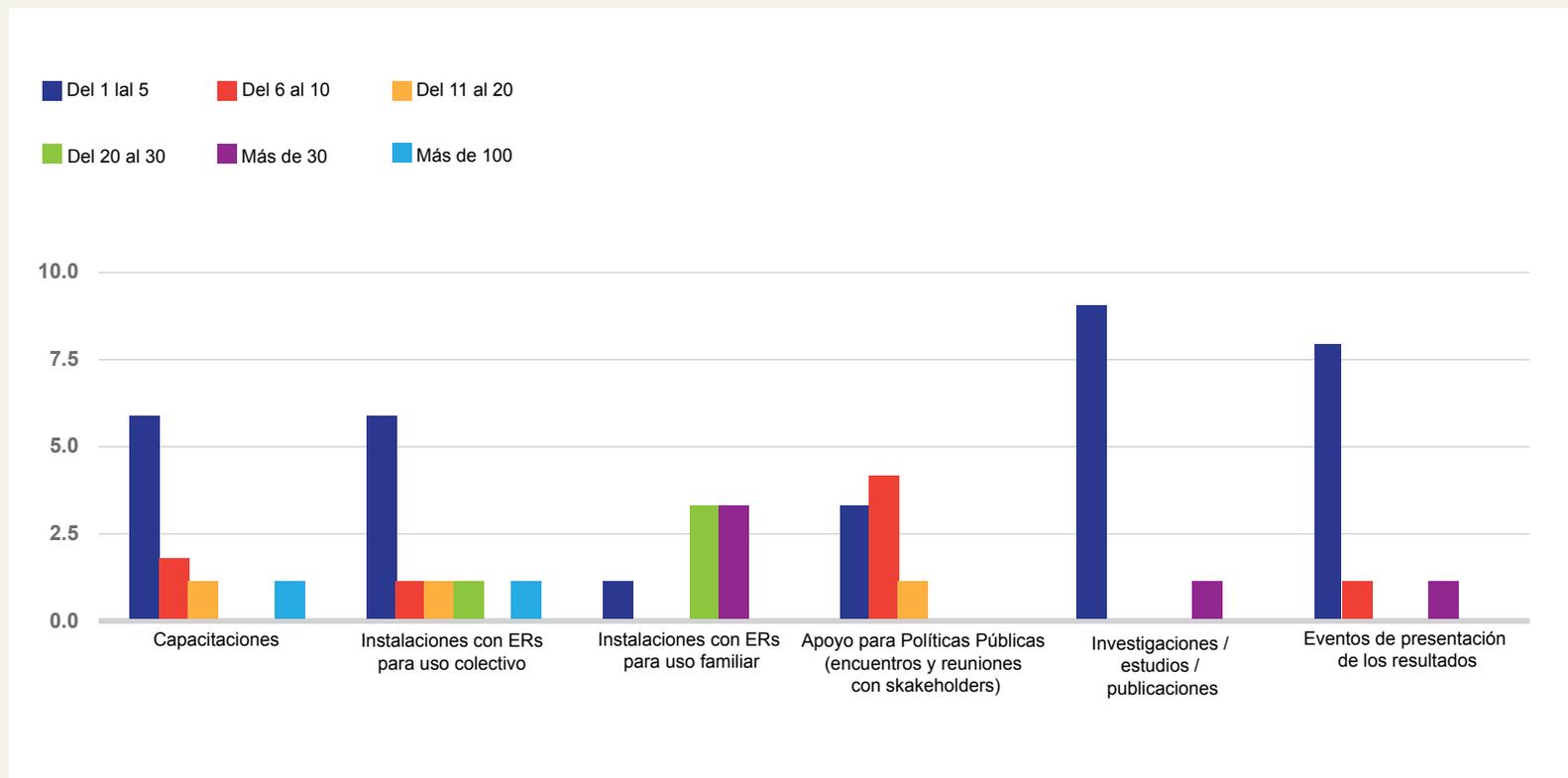
En paralelo a las acciones de campo, los proyectos llevaron a cabo actividades de promoción de políticas

públicas, por medio de reuniones con las partes interesadas del gobierno, de las empresas y de la sociedad civil. También se elaboraron estudios cuyos resultados se presentaron a las personas directamente involucradas y a los posibles influenciadores de las políticas públicas. Las acciones llevadas a cabo pueden ser verificadas en el Gráfico 2.

La formación de los proyectos se realizó a través de capacitación presencial, con clases expositivas y prácticas, privilegiando la formación de multiplicadores. Para facilitar la participación, la mayoría de los cursos se realizaron en las comunidades, con instructores presenciales y material impreso, preparados específicamente para cada actividad, y proporcionados por las universidades. Un punto en común es que estos proyectos no tomaron cursos en la modalidad de educación a distancia, por un motivo obvio: las comunidades no tenían la energía o el acceso a la comunicación que permitiera este tipo de herramienta.

Al tratarse de proyectos que privilegian el uso colectivo de la energía, se puede observar que todos los analizados registraron varios beneficios asociados a un mismo sistema instalado, como se muestra en la Tabla 2.

Gráfico 2 – ¿Qué y cuántas acciones ha desarrollado el proyecto?



Fuente: datos de la investigación

Elaboración propia

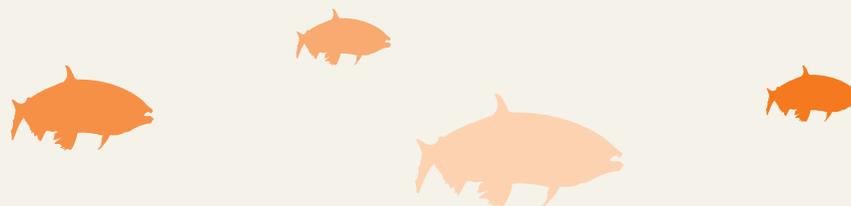


Tabla 2 – Áreas que se benefician del uso de la ER

Usos de la energía renovable	% de las respuestas
Escuela	83%
Centro de Salud	33%
Casas	67%
Agua y Saneamiento	67%
Oficina de la comunidad	33%
Monitoreo de la fauna y la flora	33%
Centro Comunitario	58%
Pescado	33%
Artesanía	33%
Producción de harina de mandioca	50%
Mejora del asaí	42%
Enfriamiento y producción de hielo (conservación de alimentos)	66%
Seguridad	17%
Producción de alimento para peces y pollos	8,5%
Comunicaciones	17%
Nota: La investigación brindó la oportunidad de obtener múltiples beneficios. Fuente: datos de la investigación Elaboración propia.	

En la Tabla 3 se señala la percepción de los involucrados con respecto a los beneficios directamente asociados con el uso de energía limpia.

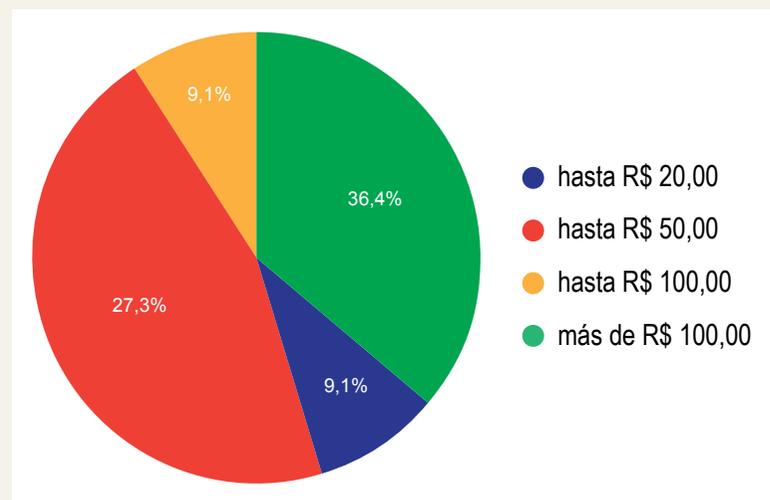
Tabla 3 – Beneficios asociados al uso de la ER

Situaciones siguientes a la instalación de sistemas de energía renovable	% de las respuestas
Hubo cambios en los hábitos o mejoras en la calidad de vida de las comunidades.	91%
Mejóro la calidad de la iluminación en el lugar.	83%
El silencio sin motor de luz generó una importante mejora para las comunidades.	66%
Los residentes ya no necesitan ir a buscar agua al río o al pozo para beber porque ahora el agua está canalizada.	42%
Ya no es necesario llevar agua o lavar la ropa, los platos o bañarse en el río.	33%
Las comunidades tienen refrigeración o más hielo disponible.	58%
Las comunidades siguen utilizando la sal para conservar el pescado y otros alimentos.	50%
Hubo una reducción del número de enfermedades causadas por la calidad del agua.	42%
El sistema energético ha traído más tiempo para que las comunidades lleven a cabo otras actividades.	75%
Hubo una reducción del consumo de combustible para el funcionamiento del generador comunitario (motor de luz).	92%
Hubo un aumento de los ingresos de las familias directamente involucradas.	75%
Las comunidades tienen acceso a la comunicación (teléfono móvil, radio, televisión, Internet).	58%
Hubo una mejora en la educación, con escuelas que funcionan de noche y más estudiantes registrados.	50%
Mejora en la protección de las especies de fauna de la región	25%
Hubo una reducción de las enfermedades, especialmente en los niños	17%
Nota: La investigación brindó la oportunidad de obtener múltiples beneficios. Fuente: datos de la investigación Elaboración propia.	

Rendimiento financiero y ambiental

Sólo por las mejoras en la calidad de vida y el medio ambiente se justificaría la solarización de las comunidades aisladas en el Amazonas. Pero el beneficio es mucho mayor cuando se verifican los costos. Dependiendo del número de personas que viven en cada comunidad, de la región y de su distancia a las sedes de los municipios, el costo del combustible para un motor de combustión puede superar los R\$ 7,00 por litro. Lo habitual es que las comunidades hagan una cuota mensual para comprar el combustible que

Gráfico 3 – En promedio, ¿cuánto afecta directamente a cada familia el gasto mensual en combustible para la electricidad?



Fuente: datos de la investigación
Elaboración propia

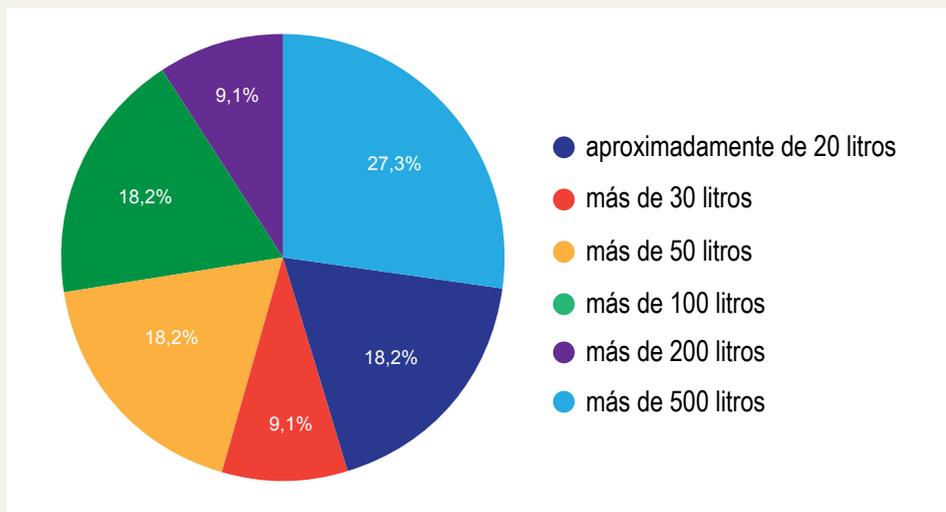
todos terminan disfrutando en la instalación eléctrica comunitaria, normalmente bastante precaria.

Los diez proyectos investigados mostraron que la economía es bastante considerable. Antes de los sistemas solares, la mayoría de las familias solían gastar entre R\$ 50.00 y R\$ 100.00 al mes en combustible para la electricidad.

Si se suma la cantidad que las comunidades gastaron en combustible antes de beneficiarse de los proyectos, se puede ver el impacto positivo que los sistemas *off grid* de la red traen al medio ambiente y al presupuesto.



Gráfico 4 – ¿Cuántos litros de combustible ya no se utilizan mensualmente para la generación de electricidad local (sumando todas las comunidades directamente afectadas)?



SÓLO POR LAS MEJORAS EN LA CALIDAD DE VIDA Y EL MEDIO AMBIENTE SE JUSTIFICARÍA LA SOLARIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES AISLADAS EN EL AMAZONAS.

Fuente: datos de la investigación
Elaboración propia

Tabla 4 – Emisiones de CO₂ de las comunidades antes de la instalación de los proyectos

Combustible por litro	Kg CO ₂ emitidos
Gasolina pura	2,28
Gasóleo	2,779

Fuente: datos de la investigación
Elaboración propia.

Si el combustible utilizado para la electricidad en los proyectos analizados fuera sólo gasolina (que emite menos que el gasóleo), podemos inferir que con la instalación de los proyectos, ya no se utilizarían mensualmente unos 2.070 litros, lo que equivaldría a 4.719,6 kg de CO₂. Es como si 70 árboles fueran plantados anualmente y alcanzaran su madurez. Después de todo, la mejor manera de compensar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es mantener el bosque en pie. Cada árbol es capaz de compensar hasta una tonelada de GEI durante toda su vida.

En resumen:

Personas beneficiadas	Combustible evitado para la electricidad/año	Kg CO2 evitados
8.900	24.840 litros	69.552 = 70 árboles

¿Cómo están utilizando las familias el dinero que solía destinarse al “combustible para la iluminación”?

Las respuestas a la encuesta muestran las transformaciones en la vida cotidiana, más comodidad en la vida comunitaria y familiar, y grandes ahorros para las arcas públicas.

En uno de los proyectos, por ejemplo, una escuela municipal ha estado ahorrando R\$ 35.000,00 por año porque ya no necesita utilizar gasóleo en el generador. En este caso, el Poder Público revertió el recurso ahorrado a la propia comunidad, lo que permitió mejorar las comidas escolares.

Otra comunidad utiliza ahora el combustible que antes se utilizaba para la iluminación para transportar a los estudiantes y para las necesidades inmediatas de todos los residentes.

También en lo que se refiere a las mejoras colectivas, destacan los beneficios para la alimentación de la comunidad y el aumento de la producción local. Con el ahorro de dinero que antes se gastaba en combustible para la iluminación, sumado al uso de la energía solar disponible las 24 horas para la refrigeración, los residentes ahora dependen menos de los alimentos ultraprocesados -como la carne y los embutidos enlatados- y han vuelto a consumir pescado refrigerado, sin necesidad de usar sal para su conservación.

En el caso del asaí y otras pulpas de frutas, productos típicos de la región, el hecho de poder contar con suministros de hielo evita pérdidas y ayuda a organizar la recolección, asegurando también una mejor negociación del precio de venta.

En las familias, el cambio es más significativo. Hay un aumento de los ingresos, tanto por el ahorro en el

gasto energético como por el aumento de los ingresos procedentes de la venta de productos de extracción de mejor calidad. Los hogares tienen ahora aparatos electrónicos y electrodomésticos como lavadoras, televisión, antena parabólica, refrigerador e iluminación nocturna, lo que permite actividades como estudios, reuniones y producción de artesanías. Los residentes también destacan la iluminación nocturna como un factor que proporciona más seguridad a las familias, tanto en las relaciones personales como en la presencia de animales venenosos.

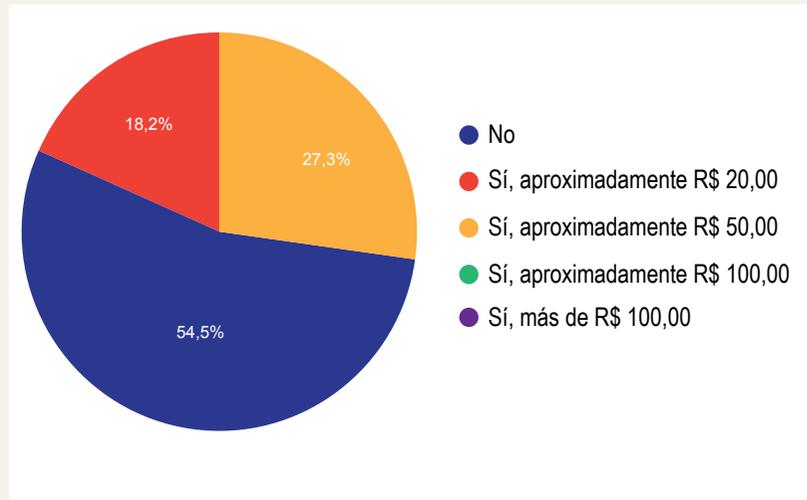
En los proyectos más antiguos se observó que las comunidades asumieron e incorporaron la gestión de los sistemas (mantenimiento) y, por consiguiente, ya no es necesaria la presencia de la organización responsable del proyecto.

Aún así, como en el caso del suministro de energía en las ciudades, también hay un precio por mantener el servicio en sistemas *off grid*. Y esto es parte de la gestión de la energía de la comunidad, que necesita organizarse no sólo para tratar diariamente los posibles problemas técnicos, sino también para prepararse para la sustitución de las piezas clave. Este es el caso de los bancos de baterías, que tienen un costo promedio de 1/3 del sistema. También conviene señalar que no

todos los proyectos analizados pudieron satisfacer el 100% de la demanda de energía de las comunidades, y todavía es necesario cubrir los costos. De todos modos, es muy relevante saber cuánto, en promedio, cada familia todavía necesita gastar mensualmente para tener electricidad. La mayoría de los entrevistados dijeron que no tienen que pagar nada más, mientras que otros dijeron que los costos son mucho más bajos, en promedio de R\$ 20 a R\$ 50 por mes.

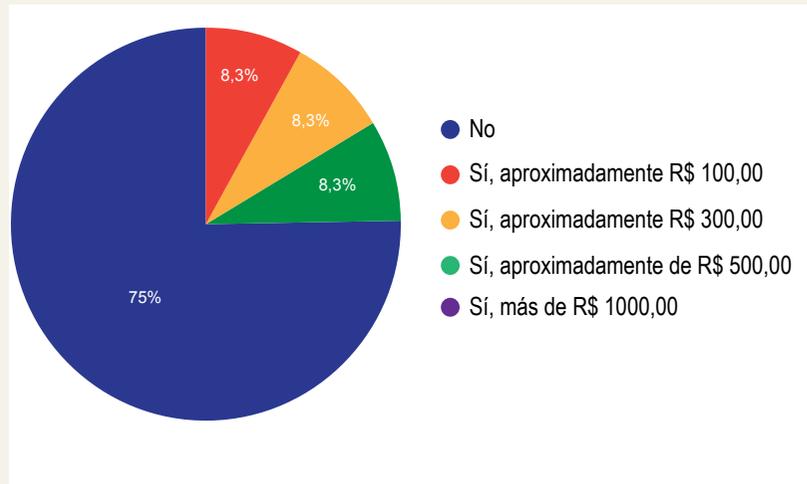
EN UNO DE LOS PROYECTOS, POR EJEMPLO, UNA ESCUELA MUNICIPAL HA ESTADO AHORRANDO R\$ 35.000,00 POR AÑO PORQUE YA NO NECESITA UTILIZAR GASÓLEO EN EL GENERADOR. EN ESTE CASO, EL PODER PÚBLICO REVERTIÓ EL RECURSO AHORRADO A LA PROPIA COMUNIDAD, LO QUE PERMITIÓ MEJORAR LAS COMIDAS ESCOLARES.

Gráfico 5 – ¿Los hogares todavía tienen que pagar por el combustible para tener electricidad en sus casas y comunidades?



Fuente: datos de la investigación
Elaboración propia

Gráfico 6 – ¿Usted tuvo que gastar algo que no estaba planeado en mantener el sistema de energía limpia de la comunidad?

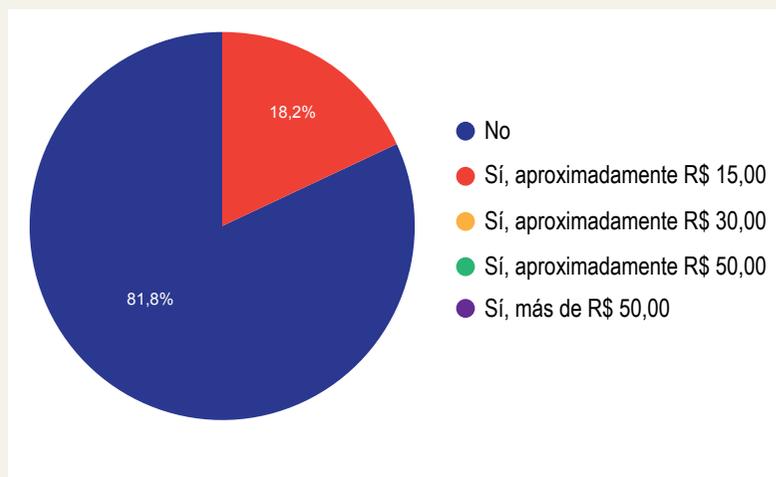


Fuente: datos de la investigación
Elaboración propia

La confianza en el sistema y la economía con el mantenimiento también se destacaron en los proyectos analizados. En el 75% de ellos, durante el tiempo de ejecución y evaluación, no fue necesario gastar nada para el mantenimiento. Y en las que eran necesarias para el mantenimiento, esto se debió al tiempo del proyecto, la depreciación del equipo. Aún así, los costos están muy por debajo de lo que hubiera sido necesario con los combustibles.

Un punto de atención que aportan estos proyectos de demostración es la organización en la gestión de la energía y su coste de mantenimiento a lo largo del tiempo. Es común, en los primeros años del proyecto que la comunidad, entusiasmada por los beneficios, no se organice para los futuros gastos que, se sabe, llegarán, pues la energía no es gratuita. La encuesta mostró que en casi el 82% de los proyectos, las familias no pagaron absolutamente nada por esta provisión futura, mientras que el otro 18% afirma hacer una reserva mínima de hasta R\$ 15,00 por mes, lo que es insuficiente para un cambio de batería en un horizonte de cuatro años, por ejemplo.

Gráfico 7 – ¿Las familias están pagando alguna cantidad por el mantenimiento de los sistemas de ER instalados?



Fuente: datos de la investigación

Elaboración propia

Los proyectos de energía renovable *off grid* sólo serán económicamente viables si las autoridades públicas también participan en las políticas energéticas inclusivas. De los evaluados, el 75% contó con la interacción de agentes gubernamentales (en las tres esferas), mientras que el 25% fueron iniciativas de organizaciones de la sociedad civil y universidades directamente con las comunidades involucradas.

Sin embargo, esta relación con las entidades gubernamentales no se ha traducido todavía en una influencia local de las decisiones gubernamentales.

Pocos han traído ganancias reales. En Tefé, en Amazonas, se está llevando a cabo una acción entre la Municipalidad, el Departamento Sanitario de Salud Indígena y el Ministerio de Salud que consiste en el uso de energía limpia en la promoción de acciones básicas de salud en el municipio y el dimensionamiento de sistemas comunitarios con energía renovable. Inspirado también por los proyectos del Instituto Mamirauá, la municipalidad de Fuente Boa/AM ha invertido en sistemas de recogida de agua del río con distribución a los hogares. En el Pantanal, a partir de una iniciativa de la organización no gubernamental Alcoa, el municipio de Corumbá/MS está preparando la instalación de dos sistemas solares fotovoltaicos para otras dos escuelas aisladas de la región.

La participación del Poder Público en la promoción de la energía limpia, además de potenciar los proyectos actuales, demostrará a las empresas de componentes y servicios energéticos que éste puede ser un mercado muy prometedor. Lo que esta investigación ha demostrado es que los considerables efectos positivos en las comunidades aún no han sido suficientes para crear una cadena de bienes y servicios de energía limpia a nivel local.

De los proyectos analizados, el 58% indica que las municipalidades anfitrionas no tienen equipo y

capacitación en la zona. Pero, tímidamente, en las regiones donde los proyectos eran más grandes, algunas tiendas ya están apostando por sistemas de bombeo de agua con energía solar (sencillos y más baratos), pocos equipos solares portátiles (como linternas y cargadores) y algunos ya tienen sistemas completos para la venta y la asistencia técnica, con módulos, inversores, controladores y baterías. Esto lleva a la conclusión de que, cuando se genera la demanda, el “boca a boca” despierta el interés de los vecinos, que buscan soluciones tecnológicas.

Otra situación similar se produce debido a las actividades profesionales relacionadas con la energía limpia. De los municipios que recibieron los proyectos, el 63% registró un aumento en el número de técnicos en la instalación y mantenimiento de sistemas solares, así como más electricistas.

Retos

A lo largo de la realización de cada uno de los proyectos analizados, se constata que la mayoría de los problemas y retos son los mismos, como se detalla a continuación.

1. **Distancias** de las comunidades remotas: esto encarece la logística para llevar el equipo

a las comunidades, además de ser una gran complicación para la capacitación, el intercambio de experiencias y el posible mantenimiento más elaborado por parte de técnicos especializados de las ciudades centrales.

2. Dificultad para **acceder a las informaciones** consistentes para ampliar los sistemas en las comunidades: no siempre se recomienda la opción más barata. Hubo una queja de baja calidad y alto costo de las baterías. Esta cualidad puede ser cuestionable porque depende mucho del uso de la energía a nivel local. Debido a la falta de información, es común que los residentes utilicen más de la capacidad para la que fue dimensionado el sistema. Por lo tanto, hay una desconfianza en la tecnología limpia. Eliminar la dependencia del combustible para la electricidad es el gran desafío, porque aunque es caro, ruidoso y contaminante, las comunidades confían en que con el combustible hay electricidad.
3. Dificultad para **financiar** la adquisición de equipo, el desarrollo de arreglos productivos locales, las actividades de capacitación y la introducción del progreso técnico: no basta con llevar la energía a la comunidad aislada; es necesario vigilar la

gestión de la energía, tanto para su uso como para el aprovisionamiento de las necesidades futuras. Y, dependiendo de las distancias, este seguimiento es también un proceso costoso que, por lo general, no se incluye en los costos de los proyectos de universalización de la energía.

4. **Calidad del agua:** sólo el bombeo del agua no garantiza el suministro según las recomendaciones sanitarias. Los sistemas de tratamiento deben desarrollarse de acuerdo con la región.
5. Poco **interés del Poder Público** en desarrollar acciones energéticas que realmente contribuyan al desarrollo sostenible en el campo: lo que ha sucedido en los proyectos es que hay una aceptación de las iniciativas, pero esto no se traduce en acciones de replicación local, lideradas por el Poder Público.
6. Dificultad en la **participación de la mujer** en la toma de decisiones: la presencia de la mujer en la toma de decisiones debe ser más observada, ya que ella es la mayor beneficiaria, ya que su trabajo diario se vuelve mucho más ligero y productivo después de la llegada de la energía limpia.

7. **Ausencia total de proveedores** de equipos fotovoltaicos: la población debe tener acceso directo a los productos en los pequeños municipios.
8. Falta de personal (tanto comunitario como gubernamental y no gubernamental) con **conocimientos técnicos:** la realización de instalaciones y mantenimiento preventivo y correctivo depende de profesionales especializados.

El camino para superar esos problemas pasa necesariamente por la adopción de políticas públicas adecuadas. Ya se ha hecho mucho, pero mientras una familia viva sin acceso a la energía limpia, el trabajo debe continuar, ya sea por parte de la sociedad civil, como se observa en los proyectos analizados, pero principalmente por parte del Estado y su obligación de proporcionar la infraestructura adecuada para el pleno desarrollo de la ciudadanía. Veremos más adelante qué tecnología ya no es un problema para atravesar esta barrera.

2. USO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS PARA COMUNIDADES AISLADAS



En 2017, publicamos la primera edición del folleto **Usos de los sistemas energéticos con fuentes renovables en regiones aisladas**. En ese momento, la publicación representó una importante contribución en el contexto brasileño, ya que el entonces Programa Luz para Todos estaba previsto que finalizara en diciembre de 2018 y todavía había más de un millón de personas, especialmente en el Amazonas, sin acceso a la energía. Fueron dos años de extensos debates e interacciones entre las organizaciones de la sociedad civil, los gobiernos y las empresas que se ocupan de la cuestión de la electrificación, mediante seminarios, ferias y muchas reuniones.

Estamos alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU), en particular el Objetivo 7 - Energía accesible y limpia para todos. Con el objetivo de alcanzar las metas brasileñas, nuestra intención es mostrar que apostar por las fuentes limpias, incluso en el contexto de sistemas aislados y remotos, será la mejor manera, tanto para aquellos que necesitan energía para vivir, desarrollarse, generar ingresos, educación y más salud, como para las empresas que aún no han visto en esta región un importante público de servicios y bienes de energía limpia.

A continuación se presentarán las alternativas más viables para el uso de sistemas de energía renovable centrados en usos productivos y de valor añadido, que garantizan el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades remotas y, por consiguiente, ayudan en gran medida al mantenimiento de los bosques. La lista de soluciones que se presenta aquí no es finita, pero representa un conjunto de alternativas probadas en campo que han demostrado valor para las poblaciones tradicionales de la región Norte del país.

Los servicios energéticos y su valor de generación de ingresos

Partiendo de fuentes de energía renovable ampliamente conocidas (hidroeléctrica, eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, biomasa), y en el contexto de comunidades aisladas, nos centraremos en la energía solar térmica y solar fotovoltaica. En el segundo plano también traeremos algunos usos de la biomasa, en particular el uso del biogás. El motivo de esta elección es simple: los sistemas solares son modulares, su aplicación es rápida y los costos operativos son reducidos, además de ser fáciles de aplicar en todo el territorio nacional. La biodigestión

es un proceso poco utilizado, pero tiene un gran potencial energético para la cocción, el procesamiento y la generación de energía.

En el Cuadro 2 a continuación se presentan ejemplos de diversos servicios energéticos y su valor de generación de ingresos más factibles para las comunidades remotas. En este contexto, podemos decir que estamos hablando de usos productivos de la energía renovable adoptando la siguiente definición: “actividades agrícolas, comerciales

CON EL OBJETIVO DE ALCANZAR LAS METAS BRASILEÑAS, NUESTRA INTENCIÓN ES MOSTRAR QUE APOSTAR POR LAS FUENTES LIMPIAS, INCLUSO EN EL CONTEXTO DE SISTEMAS AISLADOS Y REMOTOS, SERÁ LA MEJOR MANERA, TANTO PARA AQUELLOS QUE NECESITAN ENERGÍA PARA VIVIR, DESARROLLARSE, GENERAR INGRESOS, EDUCACIÓN Y MÁS SALUD, COMO PARA LAS EMPRESAS

e industriales que dependen de los servicios energéticos como insumo directo para la producción de bienes o la prestación de servicios” (OLK; MUNDT, 2016).

El uso productivo de la energía renovable “promueve el desarrollo socioeconómico permitiendo y/o aumentando la generación de ingresos”. La energía renovable puede diferenciarse en forma de ‘consumo individual’, es decir, el uso de servicios energéticos como la iluminación del hogar, la cocina y el entretenimiento privado, y el uso de la energía para servicios comunitarios como la salud y la educación” (OLK; MUNDT, 2016).

Considerando el estudio sobre la capacidad de los hombres para realizar trabajos, y comparando los datos de potencia del hombre/mujer con el trabajo realizado por la energía solar fotovoltaica, por ejemplo, se puede hacer la siguiente analogía:

- Una mujer puede tardar hasta 6 horas de trabajo (entre la recogida y el transporte) para transportar 500 litros de agua en un cubo para una familia.
- El bombeo solar, considerando una bomba de 1 kW, le permite hacer el mismo trabajo en 6 minutos, es decir, puede hacer el equivalente al trabajo de 60 mujeres por día.

Tabla 5 – Ejemplos de servicios energéticos y su valor de generación de ingresos

Servicios de energía	Valor generador de ingresos	Servicios de energía renovable
Suministro de agua e irrigación	Mejora de la calidad de vida, mayor productividad, cultivos de mayor valor añadido, mayor fiabilidad, producción durante los períodos en que los precios del mercado son más altos	Eólica, solar fotovoltaica, biomasa, biodigestores, micro hidráulica
Iluminación	Lectura, extensión de las horas de funcionamiento y las horas de trabajo	Eólica, solar fotovoltaica, biomasa, biodigestores, micro hidráulica
Trituración, molienda, pelado	Productos con valor añadido generados a partir de productos agrícolas in natura	Eólica, solar fotovoltaica, biomasa, biodigestores, micro hidráulica
Secado, ahumado (preservar con calor de proceso)	Productos de valor añadido, conservación del producto para permitir su venta en mercados de mayor valor	Biomasa, biodigestores y energía solar térmica
Prensa	Permite la producción de aceite extraído de las semillas	Biomasa, biodigestores y energía solar térmica
Traslado	Permite llegar a los mercados y al transporte de personas	Biomasa (biodiésel)
TV, radio, computadora, internet, teléfono (comunicación)	Permite la presencia de negocios de entretenimiento, educación, acceso a noticias del mercado, coordinación con proveedores y distribuidores.	Eólica, solar fotovoltaica, biomasa, biodigestores, micro hidráulica
Carga de la batería	Permite una amplia gama de servicios para los usuarios finales (por ejemplo, el negocio de carga de teléfonos móviles)	Eólica, solar fotovoltaica, biomasa, biodigestores, micro hidráulica
Refrigeración	Permite el comercio de productos refrigerados, aumentando la durabilidad de los productos, la conservación de las vacunas, etc.	Eólica, solar fotovoltaica, biomasa, biodigestores, micro hidráulica
Elaboración propia.		

Suministro de agua e irrigación

El agua es un recurso natural esencial para la vida humana porque, además de satisfacer nuestras necesidades fisiológicas y de salud, se utiliza en la producción de alimentos. Este recurso se extrae de fuentes superficiales y subterráneas. Sin embargo, varios factores pueden complicar el suministro de agua en la región del Amazonas. En este caso, algunas tecnologías pueden ayudar a proporcionar agua potable sin el uso de combustibles fósiles, entre ellas:

- sistemas de captación de agua de lluvia; y
- sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua.

A continuación, presentamos algunas de las alternativas más fáciles de aplicar. Es importante señalar que cuando el agua está destinada a ser utilizada en el riego, se recomienda el uso de sistemas de micro irrigación (goteo, microaspersión, etc.) para optimizar el consumo de agua.

Sistemas de captación de agua de lluvia

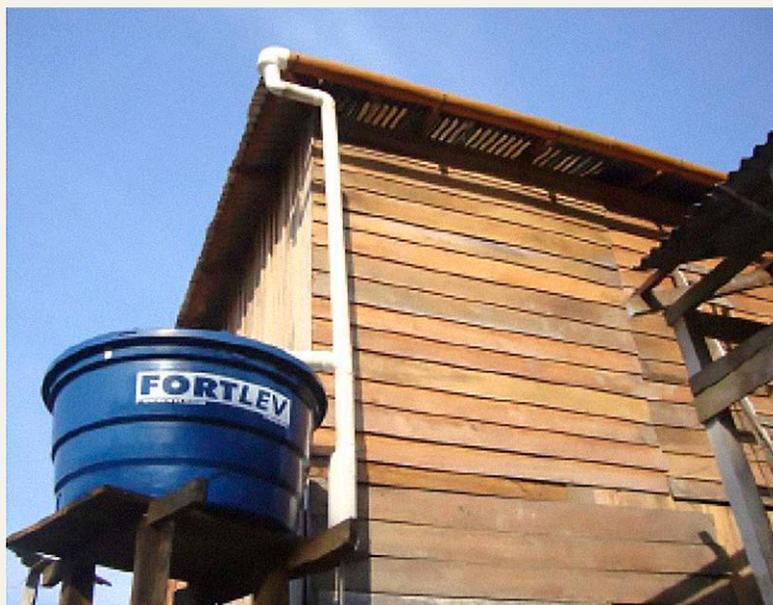
Los sistemas de captación de agua de lluvia suelen estar hechos con componentes de bajo costo que se encuentran en las tiendas de materiales de construcción, aunque existan sistemas más complejos y sofisticados. La simplicidad de los sistemas actuales hace que esta forma de capturar agua sea fácilmente accesible para las poblaciones tradicionales.

El agua de lluvia puede ser capturada aprovechando las tejas de las casas. Con algunas excepciones, como los techos de paja, la mayoría de los techos pueden ser utilizados para este propósito. El agua desciende a través de canaletas, que deben tener una cierta inclinación para evitar la acumulación de agua en ciertos puntos, lo que favorecería la proliferación de mosquitos. Para el uso colectivo, los sistemas pueden almacenar más agua, dependiendo por lo tanto de una mayor superficie de techo (colector de lluvia). Para almacenar agua, se pueden utilizar cisternas de mampostería o plástico con protección UV.



Foto 1 - Captación de agua de lluvia.

Fuente: Instituto de Desarrollo Sustentável Mamirauá



El uso depende de la calidad final del agua recogida. En las regiones urbanas, el agua de lluvia puede contener material particulado que hace imposible su uso para el consumo humano. Además, es necesario limpiar adecuadamente los techos y las cisternas para evitar la contaminación del agua debido a los desechos animales y a la presencia de algas.

Así pues, en general, el agua de lluvia **no es apta** para el consumo humano y es necesario filtrarla, tratarla o hervirla. En muchos casos, el tratamiento se hace con hipoclorito de sodio (NaClO), muy utilizado para la desinfección del agua en muchas comunidades rurales.

Además, se sugiere instalar un separador de hojas y otros desechos que se acumulan en el techo antes de que el agua capturada llegue al tanque. En Internet se pueden encontrar varios sistemas de separación de desechos que pueden fabricarse con material reciclado (botellas de PET), por ejemplo. Se recomienda “disponer de dos litros de agua por cada metro cuadrado de superficie de tejado utilizado para la captura, lo que corresponde a los dos primeros milímetros de precipitación” (IPT, 2015).

La figura 1 y la Foto 2 presentan un ejemplo de los diversos modelos disponibles en Internet con la posibilidad de “hágalo usted mismo” a partir de tutoriales y vídeos en Youtube.

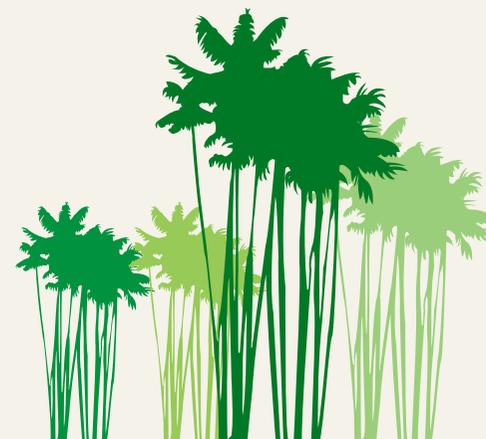


Figura 1 – Esquema simplificado de una cisterna de agua de lluvia con un tambor de plástico

Foto 2 – Cisterna y separador de agua terminados. Fuente: *ecycle.com.br*



Sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua

Los sistemas de bombeo fotovoltaico pueden utilizarse para aprovechar el potencial de agua de los ríos, lagos, arroyos y pozos.

La diferencia entre los sistemas fotovoltaicos domésticos y los sistemas de bombeo es que no necesitan baterías, ya que el agua puede almacenarse en grandes depósitos para su consumo posterior. Dependiendo de los flujos y las alturas necesarias para elevar el agua, es posible

utilizar pequeños sistemas de corriente continua (CC) con voltajes de trabajo de 12 o 24 V. En el caso de los pozos más profundos, los sistemas suelen funcionar con corriente alterna (CA).^{1 2}

¹ La corriente continua es la corriente producida en las baterías, pilas, etc. La corriente alterna es la corriente presente en los enchufes de las casas.

² La diferencia es que en la CC el flujo de energía sigue una sola dirección, y en la CA, el flujo de energía alternada sigue una dirección constante.

En el caso de los sistemas para fuentes superficiales (ríos, lagos y arroyos), el sistema suele instalarse en tierra firme con el kit de bomba o motobomba sumergido. Pero debido a la variación del nivel de agua de los ríos durante el año, el sistema fotovoltaico puede instalarse sobre una base flotante, como se muestra en la Foto 3. Es importante señalar que un problema de las aguas superficiales es la propensión a la contaminación por agentes físicos, químicos o biológicos, lo que haría imposible su uso para el consumo humano. En estos casos, se recomienda el

uso de filtros si es necesario utilizar esta agua para el consumo humano.

Los sistemas fotovoltaicos para el bombeo de agua a las fuentes subterráneas suelen ser más complejos y suelen funcionar con corriente alterna. Estos sistemas suelen venderse en paquetes que incluyen una motobomba centrífuga o de desplazamiento positivo, un sistema de control y el generador fotovoltaico. Los sistemas más pequeños ni siquiera requieren el componente de control, como se muestra en las siguientes fotos.

Foto 3 – Equipo de bombeo solar de un pozo artesiano.

Fuente: Shurflo.

Foto 4 – Equipo de bombeo solar de superficie.

Fuente: Shurflo.



Los sistemas de bombeo se venden en varios tamaños. Lo que determina el tamaño óptimo del sistema es el volumen diario de agua requerido. Ya sea para el consumo humano o para la irrigación, el procedimiento

de cálculo es el mismo. En posesión del consumo de agua, se consultan las tablas de dimensionamiento en función del caudal (por hora o por día) y de la altura manométrica total (altura máxima a la que se elevará el agua).

Tabla 6 – Ejemplos de servicios energéticos y su valor de generación de ingresos

Artículo	Bomba	Panel Solar	Altura Manométrica Máxima (m)	Caudal Diario	Tipo
1	Shurflo 8000	90 Wp	14	2.115 a 2.450	Superficie o flotante
2		140 Wp	42	1.700 a 2.450	Superficie o flotante
5	Shurflo 9325	180 Wp	70	1.500 a 2.100	Pozo y tanque
6	Grundfos SQF 2.5-2	600 Wp	120	3.700 a 30.300	Pozo y tanque
7	Grundfos SQF 2.5-2	2.100 Wp	115	9.000 a 31.700	Pozo y tanque
8	Bomba AC común	2.000Wp	60	7.000 a 20.000	Pozo y tanque

Elaboración propia.

Por lo tanto, el primer paso es definir el consumo de agua y luego la elección del equipo que satisfaga esta demanda. Es importante señalar que los sistemas de bombeo tienen una capacidad definida dependiendo de la cantidad de agua que se bombeará y de la altura a la que se bombeará el agua. La elección de la bomba

ideal para flujos más altos requiere la consulta de un profesional. Los sistemas más pequeños, como se ve en las fotos 3 y 4, se pueden comprar por Internet e instalar fácilmente. Los sistemas más grandes, como se ve en las fotos 5 y 6, requieren un mayor conocimiento sobre el tamaño y las características del equipo.

Foto 5 – Bombeo solar en la Reserva Extractiva de Tapajós-Arapiuns.

Fuente: PSA.



Foto 6 – Sistema de bombeo en superficie en la Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

Fuente: Usinazul



La Tabla 7, a continuación, presenta los tamaños típicos de las bombas y los respectivos flujos para varias alturas de bombeo (altura del manómetro).

Tabla 7 – Ejemplos de sistemas de bombeo encontrados en el mercado

	Sistemas fotovoltaicos para el bombeo de agua a las fuentes de superficie		Sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua para fuentes sumergibles	
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Potencia típica de un generador fotovoltaico (Vatios-pico)	100 - 200	100 - 180	1200	1500
Alturas manométricas típicas (m)	Hasta 100	Hasta 40	Hasta 50	Hasta 50
Volumenes diarios típicos (m ³ /h)	0,1 - 0,3	1,2 - 4	3	Hasta 3
Precios típicos (R\$)	2.000	3.500	15.000	10.000

Elaboración propia.

Es importante señalar que los sistemas de bombeo pueden ser dimensionados para cualquier tamaño, de acuerdo con la demanda diaria de agua. Incluso aplicados en paralelo para aumentar el suministro de agua.

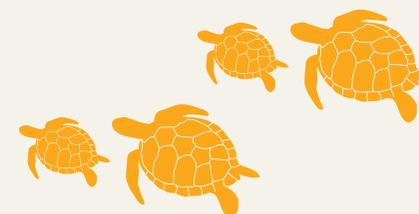


Foto 7 – Sistema de filtración de aguas superficiales (río).

Fuente: Usinazul.



Conservación de alimentos y otros productos

La región Norte está en la zona ecuatorial, con altas temperaturas y humedad, lo que favorece la proliferación de microorganismos que aceleran la degradación de los alimentos. En este sentido, el uso de sistemas de energía para la generación de frío es una de las tecnologías más deseadas en la conservación de alimentos en el Amazonas, así como los frigoríficos comerciales o los adaptados para trabajar directamente con la energía solar fotovoltaica.

Otra forma de procesamiento, la deshidratación de los alimentos, aumenta la vida útil de diversos productos extractivos como frutas, verduras, hierbas e incluso pescado, siempre que se disponga de energía térmica en el lugar: leña, gas y sol.

Secadores solares

El secado de los alimentos consiste en reducir la cantidad de agua contenida en los alimentos mediante el paso de aire caliente calentado con el uso de una fuente térmica (sol, leña, combustibles fósiles, etc.). Utilizar el sol para secar significa reducir los costos asociados con el uso de combustibles o electricidad. Aunque sea posible secar los productos al aire libre, se recomienda el uso

de secadores solares para acelerar el proceso, evitando la contaminación de los productos por polvo, insectos, roedores y aves y, en algunos casos, reduciendo los daños al producto causados por la exposición directa al sol.

Por esta razón, la elección del modelo más adecuado de secador solar depende de las características del entorno y del producto, de la cantidad de agua que se debe eliminar y de la velocidad de secado deseada.

Los secadores directos se recomiendan para los productos que no se dañan con la luz directa. En su versión más simple, consisten en una estructura triangular cubierta con una película plástica en forma de carpa que permite el paso de la radiación solar. Una pequeña abertura en la parte inferior y superior permite la entrada y salida del aire.

Foto 8 – Secador solar de baja temperatura



Los secadores indirectos son más sofisticados. El aire se calienta previamente en un colector solar y luego pasa a través del producto que está almacenado en un gabinete con varias bandejas. También es posible acelerar el proceso de secado con el uso de ventiladores especiales y secado forzado. En este caso, se requiere un pequeño sistema de generación fotovoltaica con baterías.

Refrigeración solar comercial

Los sistemas fotovoltaicos pueden ser dimensionados para alimentar específicamente a los refrigeradores o congeladores. Este tipo de sistema necesita un banco de baterías para su uso fuera del periodo solar. El consumo de energía de cualquier refrigerador depende de la temperatura ambiente del lugar, la eficiencia, la cantidad de alimentos almacenados y el número de veces que se abre la puerta. Cuanto mayor sea el consumo, mayor será la inversión en baterías. Por esta razón, se recomienda el uso de refrigeradores de alta eficiencia para reducir los costos asociados con el almacenamiento de las baterías.

Una alternativa es el uso de refrigeradores dedicados a aplicaciones fotovoltaicas. Estos tipos de refrigeradores suelen funcionar en corriente continua y tienen una mayor eficiencia que el promedio de los refrigeradores comerciales. Sin embargo, su precio puede ser mucho más alto.

En la foto 9 se presentan tipos de refrigeradores solares de 270 litros de capacidad. Las diferencias entre este aparato y un refrigerador convencional son básicamente dos: el uso de energía de corriente continua y un mejor aislamiento térmico (80 mm de espesor). En resumen, el aislamiento térmico reforzado mantiene el interior del refrigerador más fresco por más tiempo, minimizando la pérdida de energía. Y como funciona con corriente continua, no hay necesidad de instalar un inversor CC-CA.

Foto 9 – Refrigeradores fotovoltaicos comerciales



La foto 10 a continuación presenta un congelador fotovoltaico con una capacidad de 240 litros. Al igual que el refrigerador anterior, este congelador tiene un aislamiento térmico reforzado y funciona con corriente continua, sin necesidad del inversor CC-CA. Ambos sistemas requieren baterías para su funcionamiento diario; sin embargo, el bajo consumo de energía es un factor importante que hace que este equipo sea muy apropiado para aplicaciones en áreas remotas y aisladas del Amazonas. Esta tecnología no está todavía muy difundida en las regiones rurales y aisladas debido a los costos, que son más elevados que los de los congeladores comunes.

El WWF y el ICMBio instalaron un sistema de refrigeración en una pequeña comunidad de la Reserva Extractiva de Ituxi, en el sur del Amazonas. Y el retorno de los residentes no podría ser mejor. Con una sola unidad del congelador, los más de 70 residentes no compran más hielo, redujeron la salazón del pescado y empezaron a trabajar en una cadena que antes no podían: la del asaí. Ahora, en la propia comunidad, cosechan, extraen la pulpa y enfrían la pulpa de la fruta. Han logrado mejores precios y aumentado los vínculos con otras comunidades al ofrecer hielo y espacio para la elaboración y el enfriamiento de los productos.

Foto 10 – Congelador solar en la comunidad de Volta do Bucho, Reserva Extractiva de Ituxi, Lábrea/AM

Fuente: WWF.



Máquina de hielo solar

La primera versión de la máquina de hielo solar llegó al estado de Amazonas en 2015, con financiación de Google, como parte del Premio de Impacto Social recibido por el Instituto de Desarrollo Sostenible de Mamirauá (IDSMS), en asociación con el Laboratorio de Sistemas Fotovoltaicos (LSV) del Instituto de Energía y Medio Ambiente (IEE) de la Universidad de São Paulo (USP)¹ y Usinazul.²

¹ Desarrollada para producir un promedio de 27 kg de hielo por día, considerando una irradiación solar diaria superior a 5,5 kWh/m² (día de sol), la máquina de hielo está compuesta por un panel solar, una cámara de frío con un buen aislamiento térmico y un circuito electrónico para la conversión y el control.

² Información sobre el proyecto se puede encontrar en: <https://desafiosocial.withgoogle.com/brazil2014/charity/instituto-mamiraua>

Desarrollada para producir un promedio de 27 kg de hielo por día, considerando una irradiación solar diaria superior a 5,5 kWh/m² (día de sol), la máquina de hielo está compuesta por un panel solar, una cámara de frío con un buen aislamiento térmico y un circuito electrónico para la conversión y el control. Tiene un accionamiento automático que permite encenderse cuando sale el sol y apagarse cuando se pone, sin necesidad de pilas.

Esta máquina, desarrollada en un laboratorio, asociada a la tecnología social de organización y participación comunitaria, llevada a cabo por organizaciones no gubernamentales locales, permitió desarrollar un proyecto que es un cambio de rumbo para las poblaciones que viven en regiones aisladas. Durante el proceso de implantación de las máquinas, se discute y aprueba entre todos un modelo de gestión comunitaria de la tecnología. Se trata de un modelo que puede reproducirse en el futuro en diversas comunidades de otros países en desarrollo, teniendo en cuenta las especificidades culturales y socioeconómicas. Todavía no se fabrica industrialmente y sigue siendo investigado en la USP.

Los resultados del uso en comunidades remotas de la máquina de hielo y los refrigeradores de corriente

Foto 11 – Máquinas de hielo solar instaladas en el Amazonas.

Fuente: Usinazul.



continúa van desde la aplicación de la energía solar para la generación de ingresos, subvencionando la conservación de la producción familiar en las comunidades rurales, hasta el aumento del bienestar y la calidad de vida, asociado a los beneficios ambientales, con la reducción de las emisiones de carbono en la atmósfera por la quema de combustibles fósiles.



Cocción y procesamiento de alimentos

Cocinas y hornos mejorados (cocinas y hornos ecológicos)

La mayoría de las cocinas artesanales de leña consumen mucha leña y emiten gases nocivos durante la combustión. Por otro lado, una cocina mejorada expulsa mejor el humo, permite reducir el consumo de leña y mejora el tiempo de cocción de los alimentos. Esto se debe a que una cocina eficiente tiene varios elementos que mejoran la quema de combustible y la transferencia

de calor. Además, muchas cocinas mejoradas tienen chimeneas que liberan los gases fuera del hogar, reduciendo los problemas de salud asociados con la inhalación de humo y partículas.

De la misma manera, es posible utilizar hornos mejorados para la producción de harina de mandioca. Funcionan con el mismo principio que las cocinas, apoyándose en una cámara de combustión para reducir el consumo de leña y una chimenea para eliminar correctamente los gases de combustión.

Foto 12 – Cocinas ecológicas eficientes

Fuente: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá sem ano



Foto 13 – Hornos eficientes

Fuente: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá sem ano



Otra tecnología de cocción es la cocina solar. No es muy común en Brasil, pero ya se está investigando en el noreste del país y en regiones áridas como el desierto argentino. Esta cocina transforma la radiación solar en calor a través de una antena parabólica, lo que crea un “efecto invernadero” para calentar el agua, secar, hornear o cocinar los alimentos. Normalmente se

construye con productos de bajo coste, como chatarra y espejos. Pero también hay versiones comerciales. Este tipo de tecnología funciona bien en buenas condiciones solares: tiempo abierto, entre 9 de la mañana y 2 de la tarde. También requiere importantes cuidados, como el uso de gafas de sol, para que la luz no se refleje en los ojos, y guantes térmicos.

Fotos 14 e 15 – Cocinas solares

Imágenes de dominio público.



Biodigestores

Un biodigestor es un sistema diseñado para el procesamiento y uso de material orgánico para generar gas metano y fertilizantes. El principio de funcionamiento es simple: dentro de una cámara cerrada, las bacterias digieren material orgánico en

ausencia de oxígeno, liberando metano y material sólido que puede ser utilizado como fertilizante.

El material orgánico utilizado debe ser una mezcla de desechos animales y vegetales, en una proporción adecuada para suministrar agua, carbono, nitrógeno y sales minerales que serán consumidos por la bacteria. De

Foto 16 – Biodigestor de lona.

Fuente: Sansuy.



esta manera, los excrementos de animales y humanos, los restos de comida y los desechos agrícolas pueden ser utilizados sin pesticidas.

Con la tubería de gas adecuada, puede usarse para cocinar alimentos o calentar agua o casas. Los residuos sólidos pueden ser utilizados como fertilizante.

En el contexto de una unidad de conservación, donde hay pocos animales criados en cautiverio, la recogida de desechos animales no es fácil o incluso factible, y los biodigestores pueden no funcionar correctamente.

Por esta razón, el detalle de las características de estos equipos no se presentará aquí. El potencial de utilización del biogás para usos productivos es alto, siempre que haya materia orgánica en considerable volumen de descomposición. El Centro Internacional de Energías Renovables-Biogás (CIBiogás), una organización sin fines de lucro con sede en el Parque Tecnológico Itaipú (PTI) en Foz do Iguaçu/PR, ha producido un libro muy interesante sobre el biogás y sus aplicaciones titulado **Biogás: a energia invisível** (Biogás: la energía invisible) (BLEY JUNIOR, 2015).

Generación de energía: iluminación, productiva, de ocio, otras

El suministro de energía para la iluminación, la comunicación, el entretenimiento, entre otros usos finales puede realizarse mediante sistemas específicos para tal fin o con sistemas fotovoltaicos autónomos con generación de energía en sistemas aislados. Básicamente, la energía puede ser producida por cualquier fuente de energía, pero en esta publicación se hace énfasis en la generación de energía solar fotovoltaica, debido a su naturaleza modular y a su capacidad de proporcionar energía de poco volumen.



Técnicos del Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

La Tabla 8 muestra una lista de aplicaciones productivas y su consumo típico de energía basada en las experiencias recogidas en varios proyectos de desarrollo rural.

Tabla 8 – Aplicaciones productivas de los sistemas fotovoltaicos en la agricultura

Aplicación productiva	Rango típico de potencia (kWp)
Riego	1 - 3
Agua para bebederos	0,5 - 1
Cerco eléctrico	0,02 - 0,1
Electrificación de granjas (iluminación, seguridad)	0,05 - 0,5
Secado forzado	0,1 - 1
Iluminación de corrales, granjas y campos	0,2 - 3
Bombeo de agua para los peces	0,5 - 3
Aireación - pescado	0,2 - 1
Trampas de luz para insectos (por lámpara)	0,01- 0,02
Refrigeración de vacunas para el ganado	0,05- 0,1
Refrigeración de productos agrícolas	0,5 - 10+
Máquinas de hielo	2 - 10
Telecomunicaciones	0,2 - 0,3

Fuente: Modificado de Weingart (2003).



Foto 17 – Electrodomésticos presentes en las comunidades amazónicas

Fuente: LSF/IEE/USP.

La foto 17 presenta el equipamiento típico de una casa de población ribereña en el interior del Amazonas. Es bueno ser consciente del uso de equipos de menor consumo de energía para reducir la inversión en el sistema de generación de energía. Los televisores de pantalla plana, por ejemplo, consumen menos energía que los televisores tubulares, como se muestra en la foto.

La información sobre el consumo de energía de los equipos está presente en la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (ENCE), emitida por el Instituto Nacional de Metrología (Inmetro), que presenta las principales características de los electrodomésticos, especialmente el consumo de energía, que es el dato que nos interesa en el diseño de un sistema energético.

Siempre que sea posible, el consumidor debe optar por el equipo de “Clase A”, que tiene el menor consumo de energía en comparación con otros equipos.

Pico Solar / Pico PV

Los sistemas PV de pico, que incluyen lámparas solares, son pequeños sistemas fotovoltaicos comercializados en forma de kits para suministrar energía para pequeñas cargas, típicamente lámparas. Recientemente, estos sistemas se han utilizado para cargar teléfonos móviles, utilizando los puertos USB ya presentes en los kits solares.

Normalmente, este tipo de sistema está compuesto por un módulo fotovoltaico de hasta 10 W, una batería de litio y una o dos lámparas LED. Los sistemas de pico tienen varias ventajas debido a su bajo costo, facilidad de transporte, modularidad y practicidad.

El costo de los kits varía según el número de lámparas, la autonomía del sistema y las funciones adicionales incluidas (carga de teléfonos celulares, radio incorporada, etc.).

Figura 2 – Etiqueta de eficiencia energética.

Fuente: INMETRO.

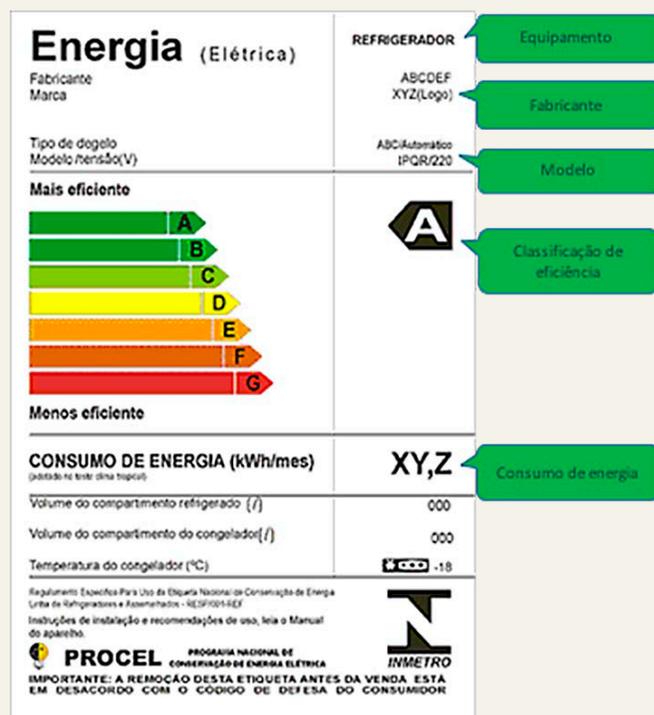


Foto 18 – Pico Solar



Foto 19 – Linterna solar y kit fotovoltaico para iluminación y carga

Sistemas fotovoltaicos autónomos individuales y colectivos

Un sistema fotovoltaico autónomo es capaz de proporcionar energía para diversos usos (iluminación, ocio y actividades productivas). Existen varias configuraciones de sistemas autónomos que permiten el servicio en corriente continua, corriente alterna o en ambos tipos. La cantidad de energía que el sistema puede entregar depende de las características climáticas del lugar, la potencia del generador fotovoltaico y la capacidad del banco de baterías.



Básicamente, hay dos tipos de sistemas autónomos: individuales o colectivos. Los sistemas colectivos se pueden armar en forma de mini-redes, atendiendo a diversas cargas en diferentes lugares, relativamente cercanos entre sí. La diferencia entre estos dos tipos de sistemas es que, en el primer caso, cada residencia es atendida con un sistema individual, mientras que, en el segundo, la generación es compartida por varias casas u otros consumidores de energía (cooperativa, usos productivos, etc.). Los sistemas individuales son más adecuados para las comunidades donde hay una gran dispersión entre las residencias. Por otra parte, una

mini-red, a pesar de su complejidad, se recomienda para los casos en que varios hogares están situados cerca uno del otro.

Los sistemas individuales están típicamente compuestos por un generador fotovoltaico, un banco de baterías, un controlador de carga y un inversor *off-grid*. La mini-red puede ser híbrida, es decir, la energía es generada por más de una fuente (fotovoltaica, diesel, eólica o biomasa).

Existe una clase especial de sistemas fotovoltaicos autónomos (individuales o colectivos), encuadrados en la Resolución Normativa de Aneel nº 83/2004 - SIGFI:

Foto 20 – Detalle del sistema solar residencial



Foto 21 – Sistema solar residencial individual

Fuente: LSF/IEE/USP



Sistema Individual de Generación de Energía Eléctrica por Fuentes de Energía Intermitentes, desarrollado para el servicio de energía rural, que sirve de referencia para los concesionarios de energía en la aplicación del Programa Luz para Todos, del Ministerio de Minas y Energía (MME), definido por la Ley de Universalización del servicio de energía eléctrica en Brasil (Ley nº 10.438/2002).

Estos sistemas instalados por las compañías eléctricas garantizan la disponibilidad de una cantidad específica de suministro de energía mensual. En 2012, la NR 83/2004 fue actualizada por la NR 493/2012. La Tabla 9 muestra las clases de sistemas regulados por la cantidad mínima mensual de energía a suministrar y los posibles usos de la energía.

Tabla 9 – Sistemas autónomos regulados por la Resolución Aneel 493/2012 - SIGFI

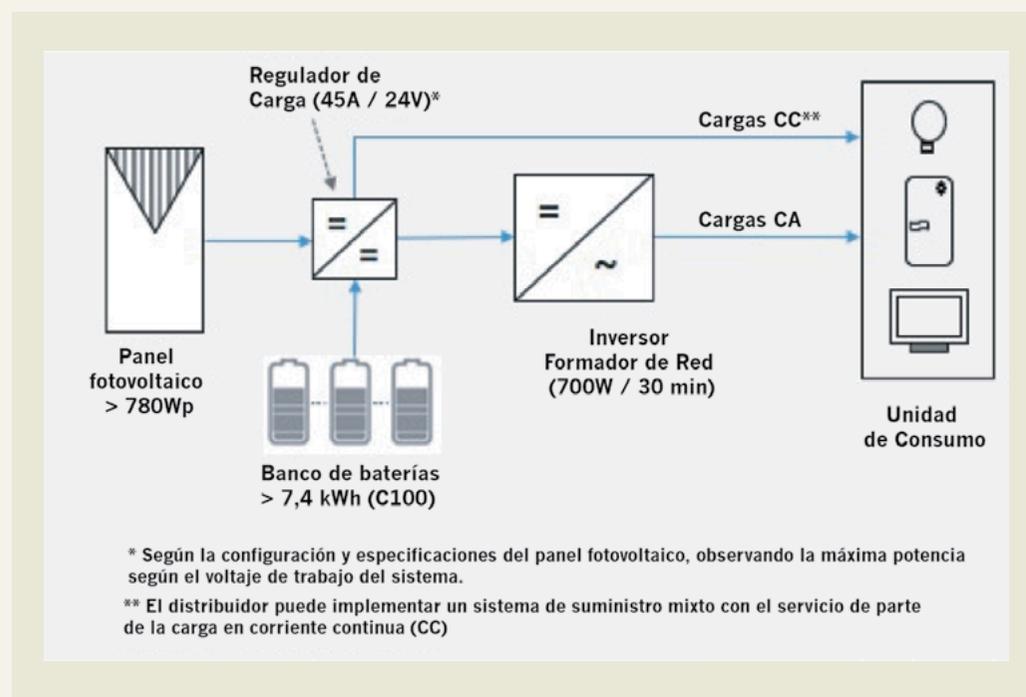
Modelo	Energía mensual suministrada (kWh/mes)	Panel Solar	Potencia mínima del inversor	Usos finales
SIGFI 30	30	580 Wp	500	Iluminación y ocio
SIGFI 45	45	1.160 Wp	1.000	Iluminación, ocio y refrigeración
SIGFI 60	60	1.500 Wp	700	Iluminación, ocio, refrigeración y pequeñas actividades productivas
SIGFI 80	80	2.320 Wp	1.000	Iluminación, ocio, refrigeración y pequeñas actividades productivas
SIGFI 180	180	4.640 Wp	1.250	Iluminación, ocio, refrigeración y pequeñas actividades productivas
Elaboración propia.				

Los sistemas solares mencionados están compuestos por los siguientes elementos, variando la cantidad y especificación técnica según la potencia a instalar: módulos fotovoltaicos, controladores de carga, baterías e inversores. El siguiente diagrama presenta un

esquema de conexión de los principales componentes de un sistema solar fotovoltaico para SIGFI 45. El correcto dimensionamiento y la instalación adecuada son importantes para obtener el resultado esperado del sistema.

Figura 3 – Diagrama de SIGFI 45.

Fuente: Usinazul.



LOS SISTEMAS INDIVIDUALES SON MÁS ADECUADOS PARA LAS COMUNIDADES DONDE HAY UNA GRAN DISPERSIÓN ENTRE LAS RESIDENCIAS.



Tabla 10 – Resumen de las tecnologías de energía renovable para zonas remotas

Artículo	Servicios energéticos	Tecnología	Usos finales	Costos típicos**
1	Suministro de agua e irrigación	Sistemas de captación de agua de lluvia*	Suministro de agua para uso humano y usos productivos (limpieza y procesamiento de productos extractivos)	- 500 litros: R\$ 900 - 1000 litros: R\$ 1500 - 5.000 litros: R\$ 6.000 - 10.000 litros: R\$ 12.000
		Sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua*	Suministro de agua para uso humano y usos productivos (irrigación, lavado de productos, cocina, etc.), higiene, salud, confort, etc.	Pozo (40 m de profundidad): - hasta 2.500 l/día: R\$ 2.800 - hasta 2.500 l/día: R\$ 2.800 - hasta 30.000 l/día: R\$ 16.000 Superficie: - hasta 2.500 l/día: R\$ 2.800 - hasta 30.000 l/día: R\$ 25.000
2	Conservación de alimentos y otros productos	Secador solar	Secado de alimentos	
		Refrigeradores / Congelador	Conservación de alimentos, vacunas, etc.	Refrigerador solar (CC): R\$ 4.500 hasta R\$ 5.500 Congelador 150L (CC): R\$ 4.500 hasta R\$ 6.000 Congelador 240L (CC): R\$ 7.500 hasta R\$ 9.000
		Máquina de hielo solar*	Producción y hielo para la conservación de alimentos, vacunas, etc.	R\$ 25.000 hasta R\$ 30.000 (producto probado por la academia en el campo, pero no disponible para su comercialización)



Artículo	Servicios energéticos	Tecnología	Usos finales	Costos típicos**
3	Cocción y procesamiento de alimentos	Cocinas y hornos mejorados (cocinas y hornos ecológicos)* Cocinas solares	Producción de harina y diversos tipos de elaboración que requieren cocción	Cocina eficiente: R\$ 600 hasta R\$ 1.000 Horno eficiente: R\$ 1.500 hasta R\$ 2.500 Cocina solar transportable: R\$ 1.500 hasta R\$ 4.000
		Biodigestores	Tratamiento de los residuos orgánicos, con producción de biogás para cocción, producción de energía y producción de biofertilizantes	R\$ 5.000 hasta R\$ 10.000
4	Generación de energía: iluminación, productiva, ocio y otros	Pico PV (linterna)	Iluminación	R\$ 100 - 500
		SIGFI 30	Generación de energía eléctrica para varios usos residenciales	R\$ 7.000 hasta R\$ 9.000
		SIGFI 45	Generación de energía eléctrica para varios usos residenciales y comunitarios	R\$ 10.000 hasta R\$ 15.000
		SIGFI 60	Generación de energía eléctrica para varios usos residenciales y comunitarios	R\$ 16.000 hasta R\$ 20.000
		SIGFI 80	Generación de energía eléctrica para varios usos comunitarios	R\$ 30.000 hasta R\$ 35.000
		SIGFI 180	Generación de energía eléctrica para varios usos comunitarios	R\$ 45.000 hasta R\$ 50.000

Notas:

*Valores definidos basándose en proyectos similares implementados por el Instituto de Desarrollo Sostenible de Mamirauá (IDSMS).

** No incluyen los gastos de instalación y de transporte.

Elaboración propia.

3. RECOMENDACIONES



Hay proyectos gubernamentales e iniciativas de la sociedad civil con energía limpia en la Amazonía desde hace más de dos décadas. En este tiempo, la tecnología también ha evolucionado mucho, trayendo más durabilidad y una considerable reducción de los precios. Sin embargo, la realidad energética de lo remoto permanece con la energía fósil del pasado, incluso frente a proyectos de demostración que ya muestran viabilidad social, ambiental y económica.

Las experiencias analizadas para esta publicación, así como otras de conocimiento público, dan lugar a las siguientes recomendaciones prácticas:

1. Las soluciones de refrigeración que requieren poco almacenamiento son las más viables. Los sistemas de iluminación y refrigeración en 12 y 24 voltios son más sostenibles. En el calor amazónico, los inversores se calientan mucho y tienen una vida útil corta.
2. Normalmente la realidad amazónica impone adaptaciones locales a los proyectos. Entre el estudio, el dimensionamiento, la formación, la instalación y el mantenimiento, siempre hay contratiempos que deben ser corregidos en el momento, desde una pieza que se rompió en

el camino, desde la estructura preparada para el montaje que no era adecuada, hasta el gasto excesivo de electricidad.

3. Las comunidades deben participar en todo el proceso, desde la consulta hasta la comprensión de sus demandas y la supervisión del funcionamiento del sistema. Las mejores ideas vienen de las comunidades. Centrarse en la promoción de la organización comunitaria puede garantizar la sostenibilidad energética local. Todo el tiempo invertido en la planificación y los acuerdos comunitarios revierte favorablemente en los resultados.
4. En los proyectos en los que se simplificó esta parte del fortalecimiento de la organización social, se comprobó que el mantenimiento para la preservación de los sistemas no siempre se hacía según la guía de los fabricantes. Y cuando llegan los problemas, hay una queja sobre la tecnología. De ahí, una vez más, la necesidad fundamental de creación de capacidad local y de apoyo técnico permanente. En general, todo el mundo está muy contento cuando ve que el equipo funciona bien, sin ruido y sin combustible. Hacen planes con el dinero a ahorrar y quieren ampliar los sistemas para sus familias.

5. Las personas que viven a distancia carecen de información. Son productivos y quieren mejorar sus condiciones de vida, pero desconfían de posibles promesas. Muchos todavía están esperando el Programa de Universalización (como Luz para Todos). Y muchos de los que ya se han beneficiado del programa se quejan de la constante falta de energía. Al mismo tiempo, las poblaciones remotas requieren poca energía, incluso para usos productivos locales. Una apuesta interesante para esta intermitencia en el suministro de la red serían los kits domésticos portátiles, que pueden ser aprovechados a partir

**LAS MEJORES IDEAS VIENEN
DE LAS COMUNIDADES. CENTRARSE
EN LA PROMOCIÓN DE LA
ORGANIZACIÓN COMUNITARIA PUEDE
GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD
ENERGÉTICA LOCAL.**

de los arreglos productivos locales, valorando la economía solidaria y circular de cada municipio.

6. Es necesario orientar las metodologías entendiendo que no existe un modelo único de gestión comunitaria de la tecnología. Por lo tanto, es muy prometedora la inversión en la creación de talleres de gestión y mantenimiento con instrumentos que contemplen la participación de personas analfabetas y especialmente de mujeres y jóvenes. Es necesario considerar la organización social ya existente y llevar a cabo el proyecto de acuerdo con estas características (como el número de casas, la relación de parentesco, la asociación comunitaria, la distancia de las ciudades, entre otras).
7. Es posible implementar modelos de negocio sobre una base sostenible y con energía renovable sin subsidios para su mantenimiento. Para ello, es esencial dar prioridad al uso de la energía inicialmente para el empleo y la generación de ingresos, y más tarde para otros fines. Primero se generan los ingresos, luego se toma otra cuenta para que las familias paguen. Además, la participación de un agente

privado (empresario) en el modelo de negocio es importante para garantizar el mantenimiento de las actividades. Esta participación debe tener lugar en el contexto de un contrato con plazos y objetivos a alcanzar.

8. Sólo con el desarrollo de una cultura social relacionada con la gestión de la energía y el uso de sus productos, sumado a la disponibilidad de productos solares sencillos como el “plug and play”, se puede lograr la escalabilidad necesaria. Para ello es necesario construir una red de servicios y productos de energía fotovoltaica en el interior, integrando a los pequeños comerciantes comunitarios y al mercado de las ciudades.
9. Las fuentes de energía renovable en las zonas rurales aumentan la productividad y, por consiguiente, la competitividad y la capacidad de recuperación de las poblaciones tradicionales que viven en comunidades rurales remotas y aisladas, ya que apoyan la mejora de la calidad de vida, la producción y la generación de ingresos. Por lo tanto, los programas de incentivos para esta fuente no deben limitarse al Ministerio de Minas y Energía, sino también a los Ministerios de

Agricultura, Ciudadanía y otros que promueven los arreglos productivos locales. La superación de la exclusión energética en el Amazonas es un desafío enorme y complejo que depende de la articulación de los diferentes actores.

10. Los objetivos plurianuales de electrificación rural de las empresas de distribución de energía deben ser sometidos a consulta pública en los estados y municipios antes de ser aprobados por la Agencia Nacional de Energía Eléctrica, a fin de dar más transparencia al cronograma y a los criterios de inclusión y también para recibir información actualizada sobre las comunidades que deben ser incluidas en los objetivos de las empresas de servicios públicos.
11. El programa de Universalización de la Energía y las empresas de distribución deben incluir en sus objetivos y metas también la satisfacción de la demanda productiva de las comunidades. Para esto, es necesario ajustar la regulación para garantizar los beneficios arancelarios y contemplar los modos de organización social de las comunidades en la atención de las cargas productivas. De manera complementaria,



© AFP

también es importante articular los programas de electrificación rural con otros programas y políticas gubernamentales y la ampliación de los programas de financiamiento adecuados a la realidad de las comunidades, con el fin de promover las cadenas productivas y los planes de desarrollo local.

12. La expansión del servicio en regiones remotas debe ir acompañada de un sólido programa de formación y creación de capacidad para la gestión de los sistemas de generación de energía. De esta manera, también se hace oportuno realizar estudios y consultas sobre la viabilidad de la operación y mantenimiento de los de generación de energía por parte de las comunidades o sus asociaciones.
13. Tomando en cuenta los altos costos de los combustibles fósiles en Brasil, los subsidios para el gasóleo en el Amazonas y el compromiso brasileño de reducir las emisiones, se cree que con la oferta de productos más baratos, con la mejora de las soluciones de almacenamiento y el acceso a soluciones de crédito, el Brasil podrá alcanzar su objetivo de energía universal para 2030, de conformidad con el séptimo Objetivo

de Desarrollo Sostenible. Cabe mencionar que el acceso a la energía también presupone su utilización para actividades productivas, educativas y recreativas, y no sólo el acceso básico cotidiano.

14. Los ODS existen y están siendo guiados por la política. Sin embargo, poco se mide el impacto y el cambio social, estructural y económico. En este sentido, es necesario que los organismos gubernamentales, las instituciones de ciencia y tecnología y la sociedad civil organizada estructuren planes de acción macroestructurales y evalúen escenarios para lograr los objetivos. Y que haya una asignación financiera para la aplicación de los planes de acción.

**TODO EL TIEMPO INVERTIDO EN LA
PLANIFICACIÓN Y LOS ACUERDOS
COMUNITARIOS REVIERTE
FAVORABLEMENTE EN LOS
RESULTADOS.**



4. REFERENCIAS



© Aurélio Souza



INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook**. Paris: IEA, 2016. Disponível em: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook>. Acesso em: 10 jan. 2017.

WORLD BANK. **SE4ALL Global Tracking Framework**. Washington: World Bank, 2013. Disponível em: <http://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/Global-Tracking-Framework-Report>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BLEY JÚNIOR, Cícero. **Biogás: a energia invisível**. Foz do Iguaçu: Cibiogás, 2015.

ELBER. **Refrigeração para energia solar**. Florianópolis, [s.d.]. On-line. Disponível em: <https://elber.ind.br/energia-solar> Acesso em: 22 nov. 2016

FOGÃO solar de baixo custo é desenvolvido por pesquisadores do RN. **Catraca Livre**, 26 jun. 2018. On-line. Disponível em: <https://catracalivre.com.br/parceiros-catraca/as-melhores-solucoes-sustentaveis/fogao-solar/>. Acesso em: 20 out. 2019.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE – IEMA. **Estimativa da exclusão elétrica na Amazônia: metodologia e resultados**. São Paulo: IEMA, 2019.

INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR – IEE/UPM; INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE – IEE/USP; ASSOCIAÇÃO TICHKA. **Boas práticas na implantação de sistemas de bombeamento fotovoltaico**. Madrid: IEE/UPM; São Paulo: IEE/USP, 2005.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. São Paulo: IPT, 2015.

JÚNIOR, Janary. Ministério garante manutenção do Luz para Todos, com conclusão em 2022. **Câmara dos Deputados**, Notícias, 13 jun. 2019. On-line. Disponível em <https://www.camara.leg.br/noticias/559964-ministerio-garante-manutencao-do-luz-para-todos-com-conclusao-em-2022/> Acesso em 20 de outubro de 2019.

LECOQUE, David, WIEMANN, Marcus. **The Productive Use of Renewable Energy in Africa**. Eschborn: EUEI, 2015. Disponível em: https://www.ruralelec.org/sites/default/files/productive_use_of_energy_final_web_o.pdf. Acesso em: 25 nov. 2016.

OLK, Harald; MUNDT, Juliane. **Photovoltaics for Productive Use Applications: A Catalogue of DC-Appliances**. Berlin: GIZ, 2016.

PORTAL DO AMAZONAS. Sol produz gelo na Amazônia: energia solar é usada para conservar alimentos. **Portal do Amazonas**, Manaus, 8 out. 2015. Disponível em: <http://portaldoamazonas.com/sol-produz-gelo-na-amazonia-energia-solar-e-usada-para-conservar-alimentos>. Acesso em: 25 nov. 2016.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Organização das Nações Unidas. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/>

ACCESO A LA ENERGÍA RENOVABLE EN REGIONES REMOTAS DEL BRASIL:

EXPERIENCIA ADQUIRIDA Y RECOMENDACIONES



1

Un árbol es capaz de compensar hasta una tonelada de GEI durante toda su vida. La mejor manera de compensar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es mantener el bosque en pie.

ODS 7

El acceso a la energía limpia también presupone su utilización para actividades productivas, educativas y recreativas, y no sólo el acceso básico cotidiano.

24 HORAS DE ENERGÍA LÍMPA

Trae para comunidades aisladas más salud. Con la refrigeración, las personas dependen menos de los alimentos ultraprocesados -como la carne y los embutidos enlatados- y han vuelto a consumir pescado refrigerado, sin necesidad de usar sal para su conservación.

SIGLO XXI

Y millones de personas permanecen con la energía fósil del pasado, incluso frente a proyectos de demostración que ya muestran viabilidad social, ambiental y económica.



Por que estamos aqui

Parar a degradação do meio ambiente no Planeta e construir um futuro no qual os seres humanos vivam em harmonia com a natureza

www.panda.org/amazon