

**TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
EM COMUNIDADES RURAIS NO BIOMA CAATINGA: INOVAÇÕES PARA A
SUSTENTABILIDADE LOCAL**

**TECNOLOGÍAS SOCIALES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
EN COMUNIDADES RURALES DEL BIOMA CAATINGA: INNOVACIONES
PARA LA SOSTENIBILIDAD LOCAL**

**SOCIAL TECHNOLOGIES FOR ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN
RURAL COMMUNITIES IN THE CAATINGA BIOME: INNOVATIONS FOR
LOCAL SUSTAINABILITY**

Flávio Rodrigues do Nascimento

Doctor en Geografía. Profesor del Departamento de Geografía de la UFC y de los Programas de Postgrado en Geografía de la UFC y de la UFF.

flaviogeo@ufc.br

<https://orcid.org/0000-0002-7382-6853>

Renata Mendes Luna

Doutora em Engenharia. Luna. Profesora del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medioambiental.

<https://orcid.org/0000-0002-5346-5069>

Francisco Gilney Silva Bezerra

Doctor en Ciencias del Sistema Tierra por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) Investigador en el INPE. Correo electrónico:

franciscogilney@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9635-0336>

Karine Rocha Aguiar Bezerra

Doctora en Ciencias del Sistema Tierra por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) Investigador en el INPE.

karinerbezerra@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0435-7384>

RESUMEN

La Cuenca del Jaguaribe Medio se localiza en el Bioma de la Caatinga, en el Nordeste de Brasil, concretamente en el estado de Ceará. En este artículo, es evaluada por su sostenibilidad ambiental y socioeconómica para desarrollar Estrategias Ambientales, Sociales y Productivas (EASP). Se busca adaptar las comunidades locales al cambio climático mediante la recuperación de áreas degradadas y el manejo del agua. La metodología es participativa, con decisiones bottom-up, y aplica las Unidades de Recuperación de Áreas Degradadas (URAD), recomendadas por el Ministerio de

Medio Ambiente (MMA). Las comunidades de Sítio Brum y Assentamento Santa Barbara son focos principales debido a su vulnerabilidad hídrica y riesgo de desertificación. Las acciones propuestas integran ciencia y trabajo comunitario para fomentar la adaptación climática y la sostenibilidad en la región semiárida de Ceará. Las URAD contemplan seis etapas: capacitación comunitaria, conservación de suelo y agua, captación de agua, saneamiento básico, eficiencia energética, y unidades de producción. El objetivo es promover el desarrollo rural sostenible y la adaptación agrícola al cambio climático mediante prácticas integradas en la planificación municipal. Estas estrategias buscan ser replicables, sostenibles y de bajo costo, apoyándose en asociaciones científico-institucionales para gestionar los recursos naturales de manera integrada y sostenible. Además, este texto está orientado en torno a los ODS, especialmente los ODS 13 y 15.

Palabras clave: Desertificación, Recuperación de áreas degradadas, Tecnologías Sociales, Medio Ambiente, ODS.

RESUMO

A Bacia do Médio Jaguaribe está localizada no Bioma Caatinga, Nordeste do Brasil, especificamente no Estado do Ceará. Neste artigo a mesma foi avaliada por sua sustentabilidade ambiental e socioeconômica para desenvolver Estratégias Ambientais, Sociais e Produtivas (EASP). Busca-se adaptar as comunidades locais às mudanças climáticas por meio da recuperação de áreas degradadas e gestão da água. A metodologia é participativa, com decisões *bottom-up* e aplica as Unidades de Recuperação de Áreas Degradadas (URAD) - recomendadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). As comunidades de Sítio Brum e Assentamento Santa Barbara são focos principais devido à vulnerabilidade hídrica e risco de Desertificação. As ações propostas integram ciência e trabalho comunitário para promover a adaptação climática e a sustentabilidade na região semiárida do Ceará. As URAD contemplan seis etapas: capacitação comunitária, conservação do solo e água, captação de água, saneamento básico, eficiência energética e unidades de produção. A meta é promover o desenvolvimento rural sustentável e a adaptação agrícola às mudanças climáticas por meio de práticas integradas no planejamento municipal. Essas estratégias buscam ser replicáveis, sustentáveis e de baixo custo, apoiando-se em parcerias científico-institucionais para gerir os recursos naturais de forma integrada e sustentável. Ademais, este texto se orienta nos ODS, sobretudo, os ODS 13 e 15.

Palavras-chaves: Desertificação, Recuperação de áreas degradadas, Tecnologias Sociais, Meio Ambiente, ODS.

ABSTRACT

The Middle Jaguaribe Basin is located in the Caatinga Biome in northeastern Brazil, specifically in the state of Ceará. In this article, it was assessed for its environmental and socio-economic sustainability in order to develop Environmental, Social and Productive Strategies (ESPS). The aim is to adapt local communities to climate change through the recovery of degraded areas and water management. The methodology is participatory, with *bottom-up* decisions and applies the Degraded Area Recovery Units (URAD) - recommended by the Ministry of the Environment (MMA). The communities of Sítio Brum and Assentamento Santa Barbara are the main focus due to their water vulnerability and risk of desertification. The proposed actions integrate science and community work to promote climate adaptation and sustainability in the semi-arid region of Ceará. The URADs include six stages: community training, soil and water conservation, water collection, basic sanitation, energy efficiency and production units. The goal is to promote sustainable rural development and agricultural adaptation to climate change through practices integrated into

municipal planning. These strategies aim to be replicable, sustainable and low-cost, relying on scientific-institutional partnerships to manage natural resources in an integrated and sustainable manner. Furthermore, this text is guided by the SDGs, especially SDGs 13 and 15.

Keywords: Desertification, Recovery of degraded areas, Social Technologies, Environment, SDGs.

INTRODUCCIÓN

La Cuenca del Medio Jaguaribe/CMJ-CE, en el Bioma Caatinga, es analizada aquí en su escenario de sostenibilidad ambiental y socioeconómica para el desarrollo de Estrategias Ambientales, Sociales y Productivas (en lo siguiente EASP) en el vínculo agua-recuperación de áreas degradadas para la adaptación de las comunidades locales al cambio climático en el Bioma Caatinga.

Las acciones aquí propuestas recomiendan y consideran el levantamiento, caracterización y mapeo de los principales problemas de sostenibilidad en las comunidades rurales abordadas, un desafío complejo, a través de una metodología de base local e integradora con toma de decisiones *bottom-up* (Participativas), con un conjunto de actividades y resultados (incluyendo Difusión y Divulgación de las Acciones) con Pasos para alcanzar las EASP. Para ello, el Ministerio de Medio Ambiente/MMA (2017) recomienda y aconseja la implementación y aplicación de la metodología de Unidades de Recuperación de Áreas Degradadas y Reducción de la Vulnerabilidad Climática (URAD) en las comunidades rurales.

Dentro de este marco de trabajo, las comunidades rurales de Sítio Brum y Assentamento Santa Barbara se destacan como áreas focales. Se trata de áreas con escasez de agua y susceptibles a la desertificación. Se proponen acciones socioambientales y productivas, utilizando un enfoque participativo, en la recuperación hídrica de áreas degradadas - adaptaciones al enlace cambio climático para comunidades rurales en el Bioma Caatinga; integrando ciencia y trabajo comunitario en múltiples escalas para el desarrollo de base local.

La escala de trabajo reúne lo regional y lo local en relación con el tema - sostenibilidad en el Bioma Caatinga y la región semiárida de Ceará, destacando la CMJ y sus comunidades rurales. El análisis de las comunidades rurales no es simplemente una cuestión de muestreo, se eligió más por la aplicabilidad de las actividades y acciones socioambientales y productivas a través de las actividades propuestas a continuación, como una metodología que puede ser replicada en situaciones y áreas similares.

Las URAD's, fueron propuestas por el MMA en 2017 a través del Departamento de Desarrollo Rural Sostenible y Lucha contra la Desertificación, por medio de la Secretaría de Extractivismo y Desarrollo Rural Sostenible del MMA. En la práctica, las URAD's

proponen 6 (seis) etapas para la implementación de EASP con la participación de las comunidades rurales: 1: capacitación y formación de la comunidad rural; 2: recuperación y conservación del suelo, del agua y de la biodiversidad; 3: captación y almacenamiento de agua; 4: saneamiento básico; 5: eficiencia energética; 6: unidades de producción.

Su objetivo básico es:

"Promover el desarrollo rural sostenible y la adaptación de las actividades agrícolas al cambio climático en la región semiárida de Brasil, a través de acciones ambientales, sociales y productivas, insertadas en la planificación municipal, teniendo como unidad de trabajo base las microcuencas " (p.4).

4

Y a partir de ahí, específicamente

Promover la capacitación y el entrenamiento; Implementar prácticas de conservación del suelo, del agua y de la biodiversidad; Implementar infraestructura de captación y almacenamiento de agua; Implementar saneamiento básico; Promover la seguridad energética; Promover la seguridad alimentaria; y, Divulgar las acciones del proyecto (p.4).

A partir de estos fundamentos, las URAD's también deben basarse en asociaciones científico-institucionales. Por lo tanto, se diseñarán y propondrán a la luz de importantes socios con trabajos relacionados con la gestión integrada y sostenible de los recursos naturales, en el contexto del cambio climático y las adaptaciones en las comunidades rurales.

De esta forma, se proponen estrategias factibles y de bajo costo que permitan la sostenibilidad ambiental, social y económica de las comunidades rurales, a través de un enfoque participativo orientado a integrar métodos cualitativos y cuantitativos (de las ciencias naturales y sociales) a múltiples escalas para el desarrollo de base local.

En este contexto, el siguiente texto sigue las directrices de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, preferentemente los ODS 13 y 15:

- ✓ 13. Acción frente al cambio climático mundial: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- ✓ 15. Vida terrestre: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de forma sostenible los bosques, luchar contra la desertificación y detener la pérdida de biodiversidad.

DEGRADACIÓN, DESERTIFICACIÓN Y AGENDA AMBIENTAL COLIMADA

En las últimas décadas se ha observado una creciente deforestación e incendios, con pérdida de la capacidad del suelo, afectando la producción agrícola de subsistencia, aumento de la pobreza, aumento de la sedimentación de ríos y arroyos, con impactos directos en los sistemas de represas y el acceso al agua en el Bioma Caatinga (NASCIMENTO, 2020, 2023; FUNCEME, 2022ba). En materia de agua y sequías, se observa que la variabilidad climática incrementa los problemas en la calidad, cantidad y garantía del agua y sus múltiples usos. También hay pérdidas de tierras cultivables, conflictos entre pequeños agricultores con sistemas de riego, entre otras eventualidades. Sin olvidar los impactos sobre la biodiversidad, ante el avance de la desertificación en cuencas y comunidades rurales.

El Medio Jaguaribe y las comunidades rurales elegidas para el análisis y las propuestas aquí presentadas se encuentran en los Centros de Desertificación del Estado de Ceará, clasificados como Área Fuertemente Afectada (Programa Estatal de Acción para Combatir la Desertificación y Mitigar los Efectos de la Sequía/PAE-CE, 2010 ; FUNCEME, 2022a). Y aunque alberga el mayor equipamiento para usos múltiples de Brasil, la represa de Castanhão, la pobreza, el bajo desarrollo económico y los conflictos por el agua son frecuentes.

Es en este ámbito donde se destacan las preocupaciones ambientales y, en particular, los recursos naturales -especialmente los renovables- como el agua, el suelo y la vegetación, bajo el riesgo de acciones localizadas que causan degradación con repercusiones regionales, en el contexto cuencas hidrográficas de intermitencias estacionales. En este escenario, la desertificación contribuye a la desecación de manantiales y afluentes en las cuencas hidrográficas, con repercusiones preocupantes para las comunidades locales, que cuentan con pocas condiciones y recursos para la adaptación. También tiene en cuenta la dinámica y la zonificación geoambiental basada en estudios sobre la sostenibilidad ambiental y socioeconómica de las comunidades rurales frente a las sequías, con el fin de mantener la producción rural y el desarrollo local.

Se propone desarrollar actividades de implementación de medidas de adaptación, convivencia con la región semiárida y capacitación comunitaria en temas ambientales, con énfasis en la recuperación de áreas degradadas y gestión de cuencas hidrográficas; a través de la asociación y metodología del proyecto URAD - Unidades de Recuperación de Áreas Degradadas y Reducción de la Vulnerabilidad Climática, frente a las incertidumbres climáticas.

Para ello, es necesario establecer alianzas para una mayor sinergia instituciones-comunidades rurales, con el fin de garantizar acciones técnicas y financieras

subvencionadas. En este sentido, el Departamento de Desarrollo Rural Sostenible y Lucha contra la Desertificación (DRSD), a través de la Secretaría de Extractivismo y Desarrollo Rural Sostenible (SEDRS) del MMA, es muy importante, ya que de ahí nació la URAD. Asimismo, la Dirección Regional de Gestión Estratégica 60SR de Codevasf, a través de su Departamento Técnico de Extensión Rural, puede colaborar de manera importante en la materialización de propuestas en esta materia.

A nivel local, son socios importantes el Comité de Cuenca del Medio Jaguaribe, la Fundación de Meteorología y Recursos Hídricos de Ceará/Funceme, la Compañía de Gestión de Recursos Hídricos/COGERH y el Movimiento de Afectados por Represas/MAB, la Universidad Estatal de Ceará/UECE (Limoeiro do Norte) y la Universidad Federal de Ceará/UFC, así como algunas municipalidades de la región. Las instituciones locales son siempre importantes para el apoyo logístico, ayudando en el trabajo de campo con su personal técnico, poniendo a disposición sus bases regionales para apoyo y acceso a informes especializados, bases cartográficas y levantamientos con drones de las áreas de estudio, por ejemplo.

Algunas municipalidades de la región también son importantes para la sensibilización y la formación técnica de las comunidades rurales, ya que organizan cursos, conferencias, formación de personal y proyectos en colaboración.

Las asociaciones con la Secretaría de Desarrollo Agrario de Ceará (SDA), la DRSD, a través de la SEDRS del MMA, contribuyen bien a la capacitación de las comunidades rurales y a la promoción de acciones de recuperación de áreas degradadas, desarrollo e implementación de tecnologías de adaptación, optimización de la sostenibilidad en la cuenca evaluada y, en particular, en las comunidades a ser trabajadas.

En correspondencia con lo anterior, es importante destacar las Políticas Públicas de Combate a la Desertificación en Brasil, con la Ley N° 13.153, de 30 de julio de 2015, que estableció la Política Nacional de Combate a la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía. Estas políticas están asociadas a la condición de Brasil como firmante de acuerdos mundiales de mayor importancia.

En cierta medida, las propuestas aquí expresadas se guían por los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Los primeros cuentan con 17 Objetivos integrados e indivisibles, que equilibran las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y medioambiental. Entre ellos destaca el Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Por su parte, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, para responder a los nuevos desafíos, es un plan de acción para las personas, el planeta y la prosperidad.

Los ODS consideran los elementos básicos de la búsqueda de soluciones científicas y tecnológicas para apoyar a los responsables de la toma de decisiones en la construcción colectiva de agendas locales para mejorar la calidad de vida de los habitantes. Esto se enfatiza en el interior semiárido en cuestión. Se prioriza garantizar el acceso a bienes y servicios vitales como el agua potable y mantener las actividades socioeconómicas locales basadas en la producción rural. También se considera que el ODS 6 tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua para todos, considerando los recursos hídricos desde una perspectiva integrada, uno de los temas de este proyecto.

Además, el Artículo 15.3 de los ODS prevé acciones para recuperar las áreas degradadas, combatir la desertificación y medidas para lograr la degradación neutra de la tierra. Y en su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) a la Convención de Cambio Climático, Brasil también creó metas para la recuperación de bosques, pastos degradados y la implementación de Innovación con Integración de Cultivos, Ganadería y Bosques (ILPF), entre las cuales un porcentaje debe ser implementado en el Bioma Caatinga (MMA/PROJETO URAD, 20 p. 2; BUNGENSTAB et. al, 2019). Dicho sea de paso, en Brasil los Biomas Cerrado y Caatinga tienen las principales reservas de tierras disponibles para la conversión (SOARES-FILHO, B. et al., 2014; BOUCHLE et al. 2015).

Las propuestas implicadas, también tienen en cuenta documentos importantes, en el momento del lanzamiento de la URAD: los de la 2ª Reunión del Grupo Técnico de Monitoreo de la Desertificación en 2017 (pv.org.br, 2021), con vistas a la Implementación de Políticas Públicas de Combate a la Desertificación en Brasil y la Ley nº 13.153, de 30 de julio de 2015, que instituyó la Política Nacional de Combate a la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía.

Dadas estas condiciones, el proyecto URAD (Unidades de Recuperación de Áreas Degradadas y Reducción de la Vulnerabilidad Climática) viene muy bien para nuestro trabajo, que consiste en proponer la sostenibilidad socioambiental en el Bioma de la Caatinga. Fue creado para acciones en la región semiárida de Brasil, y presupone acciones sostenibles en tres ejes: económico, social y ambiental. Servirá para promover la recuperación de áreas degradadas y de los efectos de la desertificación en las cuencas hidrográficas y sus municipios (centrándose en las comunidades rurales), con la aplicación de medidas de adaptación utilizando una metodología propia. Para ello, el Departamento de Desarrollo Rural Sostenible y Lucha contra la Desertificación ha organizado acciones para recuperar las zonas degradadas, desarrollar y aplicar tecnologías de adaptación y reducir las vulnerabilidades en la región semiárida.

Resulta relevante señalar que las metodologías y propuestas aquí presentadas están en consonancia con la Política Nacional del Medio Ambiente (PNMA, Ley 6.938 de 31/8/81), la Declaración del Milenio, la Agenda 21 y las deliberaciones de la Conferencia Nacional

del Medio Ambiente en sus diversas ediciones en relación con el agua, las cuencas hidrográficas, la adaptación a las sequías y la desertificación. Y estas metas son ratificadas por el Programa "Visión de Futuro del Estado de Ceará o Ceará 2050", que considera fundamental la sostenibilidad socioeconómica y ambiental, con el objetivo de: "indicar un rumbo y caminos para la construcción del futuro deseado, que promueva un nuevo patrón de desarrollo orientado al bienestar de la población" (CEARÁ, 2023, p.2).

Por lo tanto, el texto propuesto combina argumentos y enfoques de forma articulada e integrada. El enfoque se basa en el análisis agua/cuenca - recuperación ambiental en Áreas Susceptibles de Desertificación (ASDs). El alcance de la propuesta, el coste, el calendario y las adaptaciones técnicas, por lo tanto los componentes de la estructura analítica del proyecto, el paquete de trabajo o las actividades del calendario de ejecución están relacionados con las URADs, como ya se ha mencionado.

ÁREA DE ESTUDIO Y ENFOQUE CIENTÍFICO

La Cuenca del río Jaguaribe es la más extensa del estado de Ceará (Figura 1), abarcando aproximadamente 74.621 km², lo que equivale al 50% del territorio del estado. De aguas arriba a aguas abajo, el río recorre más de 630km hasta desembocar en el océano Atlántico. Drena los territorios de 80 municipios, que albergan aproximadamente el 30% de la población del estado. Para una mejor utilización y planificación de los múltiples usos de los recursos hídricos, esta unidad funcional de planificación se dividió en cinco (5) subcuencas principales, basándose en el Plan Estatal de Recursos Hídricos de 1992. Éstas son Alto Jaguaribe (24.538 km²), Río Salgado (12.216 km²), Río Banabuiú (19.810 km²), Bajo Jaguaribe (4.970 km²), Medio Jaguaribe (10.509 km², 14,1% del total) (CEARÁ, 1992).

En su curso medio, la Cuenca Hidrográfica del Medio Jaguaribe /BHMJ (10.509 km²) Figura 2, alcanza una distancia máxima de 133,5km longitudinalmente de sureste a noreste. Drena total o parcialmente las áreas políticas y administrativas de 16 municipios con una población conjunta de más de 220.000 habitantes. Jaguaribe es el municipio más poblado, con 35.000 habitantes. La principal vocación económica de la región es la agricultura, destacándose los municipios de Jaguaribe como la principal cuenca lechera de Ceará y Limoeiro do Norte (transición entre las Cuencas Media y Baja de Jaguaribe) como centro polarizador regional, concentrando un comercio dinámico, universidades y centros de investigación y enseñanza y un polo industrial y agroindustrial.

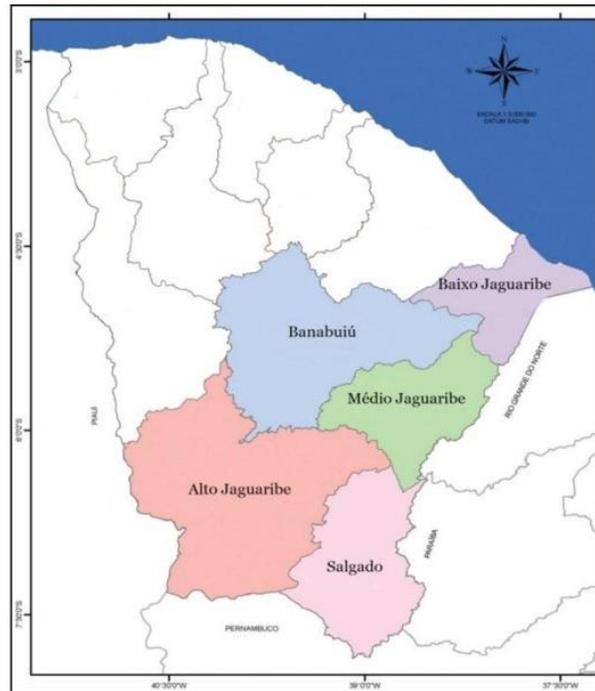


Figura 1 - Cuenca del Río Jaguaribe, Ceará.

Este capítulo destaca la Cuenca del Medio Jaguaribe como unidad físico-territorial de análisis y planificación. Dentro de esta cuenca se encuentran las comunidades rurales de Brum en Jaguaribe (96 personas en 34 familias) y Santa Bárbara en Jaguaretama (375 personas en 136 familias), elegidas como áreas de prueba (Figura 2) para fines de desarrollo local. Esta cuenca se localiza en una región semiárida con drenaje estacional intermitente, predominantemente Depresiones Periféricas y unidades de paisaje interplanar, así como Macizos Residuales Cristalinos con suelos predominantemente poco profundos cubiertos de vegetación de Caatinga.

Para mantener un nivel mínimo de regularización hídrica, existen presas y valles perennes en determinadas partes de esta cuenca. Esta infraestructura hídrica incluye la presa de Castanhão (6.700 millones de m³) - la presa para usos múltiples del agua más grande del Nordeste (ALMEIDA, 2015).

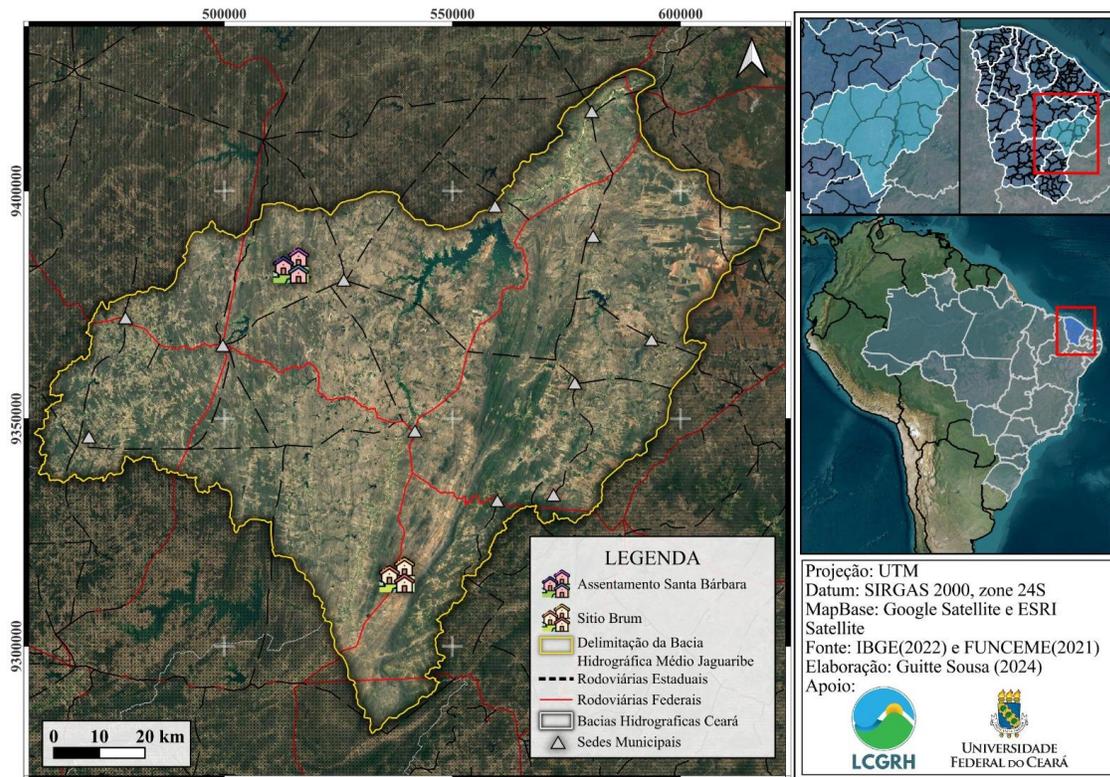


Figura 2 - Comunidades rurais elegidas como zonas de prueba: Brum en Jaguaribe y Santa Bárbara en Jaguaratama, Ceará.

Según el SRH (2007), la capacidad total de acumulación de aguas superficiales en la cuenca de ensayo alcanza los 7.500 millones de m³ en unos 1.211 embalses. El almacenamiento en los grandes embalses se sitúa en torno al 94% del volumen potencial. Sus principales embalses son: Castanhão (6,7 mil millones de m³), Riacho do Sangue (61,42 millones de m³) y Joaquim Távora (23,6 millones de m³). El Medio Jaguaribe, sin embargo, tiene el nivel más bajo de disponibilidad anual de agua subterránea de toda la Cuenca del Jaguaribe, debido a la primacía del terreno cristalino, totalizando apenas 0,6 mil m³. Es común que las comunidades rurales alejadas de las principales instalaciones hídricas sufran de inseguridad hídrica y alimentaria, dadas las escasas actividades productivas desarrolladas, especialmente en condiciones de subsistencia en áreas degradadas o en proceso de desertificación. Este es el caso de las comunidades de prueba que se enumeran aquí para su análisis.

Predominan las limitaciones naturales, lo que empeora las condiciones para la sostenibilidad de las comunidades rurales. Existen importantes irregularidades pluviométricas con marcadas deficiencias hídricas a lo largo del año (850 a 900mm/año) y variabilidad climática (sequías). Además de encontrar suelos poco profundos y susceptibles

a la erosión, sobre una base de litotipos cristalinos, cubiertos por vegetación espaciada y caducifolia del tipo arbóreo-arbustivo Caatinga. En su mayor parte, los paisajes presentan ambientes morfodinámicos inestables y susceptibles a la desertificación.

En tanto, los suelos más fértiles de la cuenca han sido acaparados por el agronegocio de la fruticultura y derivados para la exportación. Esto ha provocado fuertes conflictos por los recursos naturales, especialmente el agua, y el territorio (RIGOTTO et al., 2010). Además, la desertificación y las vulnerabilidades socioeconómicas y ambientales en el Medio Jaguaribe son factores que contribuyen a la degradación ambiental de la calidad, cantidad y garantía del agua debido a la activación de la erosión del suelo, el despojo de la vegetación y las alteraciones hidrosedimentológicas, que afectan la higiene del agua.

Como si esto no fuera suficiente, la desertificación que avanza en la cuenca y los problemas relacionados con los recursos hídricos aumentan los conflictos por los múltiples usos del agua, involucrando a habitantes y usuarios (regantes, agricultores, agroindustriales, campesinos, pequeñas comunidades rurales, por citar los principales usuarios del agua), no sólo en las Áreas de Influencia Directa del Castanhão.

UN ENFOQUE CIENTÍFICO Y COMUNITARIO PARA RECUPERAR LAS ZONAS DEGRADADAS Y ADAPTARSE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Es importante tomar como base una concepción holística del medio ambiente asociada a factores físicos y humanos que interactúan mutuamente. La interrelación de temas que involucran naturaleza y sociedad permitirá una visión integrada, fundamentando información fundamental con determinaciones de escenarios futuros para la sustentabilidad del CHMJ y de las comunidades rurales/áreas focales - mitigando los efectos de la desertificación en áreas vulnerables de la región semiárida. Para abordar este panorama, se propone desarrollar análisis y acciones con importantes alianzas con instituciones internacionales, nacionales y locales. Se basa en la articulación de una metodología integrada considerando los tres ejes de la sostenibilidad (economía, sociedad y medio ambiente) con fundamentos en ciencias sociales básicas y aplicadas, vinculada a estudios de dinámicas físico-geográficas y sus paisajes asociados.

Los estudios ambientales en cuencas hidrográficas semiáridas susceptibles de desertificación han ido ganando peso en los últimos años como consecuencia de los efectos negativos de la acción humana combinada con los cambios climáticos en curso (UNESCO, 2018), observados a través del aumento de las sequías, el crecimiento de la deforestación y los incendios generalizados, la pérdida de suelo, la erosión, el aterramiento y el marchitamiento de las masas de agua, dificultando el riego y sus múltiples usos para el acceso al agua en cantidad, calidad y garantía, sobre todo para el abastecimiento humano y el abrevado de animales.

Las instituciones asociadas, como universidades y centros de investigación, pueden encargarse de los estudios y diagnósticos inherentes a esta propuesta, estructurando las acciones de investigación en tres etapas transversales:

- 1) Identificación de las Áreas Susceptibles de Desertificación (ASDs), en las cuencas hidrográficas y sus unidades de paisaje, observando las repercusiones en las comunidades rurales y sus impactos negativos: en el agua, en la gestión de otros recursos naturales y en las actividades productivas.
- 2) A partir de esto, centrándose en los recursos hídricos, el punto de conexión es la categorización de los múltiples usos del agua y los problemas socioambientales derivados de ellos.
- 3) Promoción de acciones de extensión rural para el desarrollo sostenible y la adaptación de las actividades agrícolas a las sequías y a la degradación, basadas en la metodología URAD y en la gestión del agua. Esto se hará a través de acciones ambientales, sociales y productivas, como parte de la planificación municipal local, con la cuenca hidrográfica y las comunidades rurales como unidad de trabajo frente a las incertidumbres hidroclimáticas.

Las actividades científicas de diagnóstico e investigación analítica proporcionan una base para reconocer mejor el potencial y las limitaciones de las dotaciones de recursos naturales. Además, las comunidades elegidas en el BHMJ ya cuentan con experiencias exitosas en la correcta gestión de los recursos naturales, incluida la experiencia comunitaria participativa en la toma de decisiones bottom-up (Participativas) para la sostenibilidad social, económica y medioambiental en una región de clima semiárido.

En la subcuenca Riacho Brum (Municipio de Jaguaribe), propone la admisibilidad de 34 familias y 96 habitantes. Y en Jaguaretama, en la subcuenca del Riacho do Sangue, la elección de 34 familias de 136 familias con 375 habitantes en un asentamiento rural (Santa Bárbara). La presencia de líderes comunitarios bien organizados y proactivos sugiere un mejor desarrollo de las actividades. Así como, la existencia de un trabajo comunitario con asociaciones científicas exitosas que sirven de referencia en toda la región Nordeste en particular y en las regiones semiáridas del mundo en general.

En el primer caso, por ejemplo, la comunidad ya está bien organizada y existe un trabajo técnico ambiental a través de la "Recuperación de Áreas Degradadas en Proceso de Desertificación en la Subcuenca del Riacho do Brum en el Municipio de Jaguaribe-CE", desarrollado por Funceme a través de un convenio con el Fondo Nacional de Cambio Climático (FNMC) desde 2014. La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), en el marco del programa Dryland Champions, premia las iniciativas que destacan en todo el mundo en la lucha contra la degradación de la tierra. Este proyecto de Sítio Brum fue reconocido en 2018 (FUNCEME, 2022b).

Por consiguiente, la existencia del proyecto Funceme (2021) y del Fondo Nacional de Cambio Climático, con la recuperación de áreas degradadas, contribuye en gran medida a

esta propuesta en la comunidad de Brum. Desde 2014, "se han llevado a cabo diversas intervenciones físicas en Brum, incluyendo sucesivos diques de piedra, aterrazamientos, surcos, escarificación del suelo y la aplicación de material orgánico y arpillera" (FUNCEME, 2022a). Desde entonces, la FUNCEME ha recuperado 5 ha de zonas degradadas aguas arriba del muro de la presa comunitaria de los afluentes del arroyo Brum. En otras palabras, la comunidad ya tiene un nivel interesante de conocimientos técnicos, que pueden mejorarse y actualizarse para trabajar con la metodología URAD, más amplia y completa.

En 2004, Embrapa Agroindústria Tropical desarrolló el programa "Vigilantes del Agua" en el asentamiento rural de Santa Bárbara, en la región del río Jaguaribe, en Ceará, partiendo del principio de que era importante que las comunidades conocieran los parámetros de evaluación de la calidad del agua. Esto se hizo como una forma de orientar las acciones para conservar este recurso natural y garantizar una mayor disponibilidad de agua para usos múltiples, priorizando el abastecimiento humano, incorporando la visión de la importancia de la conservación del medio ambiente como factor de mejora de las condiciones de vida en la región (Nascimento, et al. 2007a).

El programa se originó en la Universidad de Auburn, en Alabama (EE.UU.) - Alabama Water Watch (AWW) - y se ha aplicado en varios países, como México, Filipinas, Ecuador, Indonesia y Brasil, formando el programa Global Water Watch (GWW) (Deutsch & Duncan, 2006).

A través de diversas alianzas con instituciones de investigación nacionales e internacionales, el trabajo de los grupos de vigilancia del agua ha consistido en el monitoreo de las fuentes de agua de las comunidades donde trabajan. A través de talleres de capacitación, se utilizaron principios de educación ambiental y técnicas sencillas y didácticas para analizar la calidad del agua, a fin de obtener información sobre los problemas de contaminación y degradación de las fuentes de agua que abastecen a la comunidad rural del Asentamiento Santa Bárbara (Aires y Nascimento, 2009).

Para analizar el agua, la comunidad recibió kits de monitoreo, certificados por el programa GWW, para evaluar los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, pH, turbidez, dureza, alcalinidad y coliformes. Con los resultados de los trabajos y los problemas diagnosticados, se pretendía sensibilizar a los usuarios del agua del Asentamiento de Sta Bárbara para que promovieran campañas destinadas a desarrollar acciones de recuperación y protección de las fuentes de agua.

Los resultados de estos análisis, realizados por los usuarios de los recursos hídricos conocidos como Vigilantes del Agua, se envían a las comunidades con el objetivo de movilizar a las familias para que analicen los problemas diagnosticados, su impacto en la salud y el bienestar de las personas, además de discutir cómo encontrar soluciones (NASCIMENTO et al., 2007b).

No obstante, fue en esta comunidad rural donde nació, en 1831, Adolfo Bezerra de Menezes, conocido como el Médico de los Pobres. Bezerra de Menezes fue médico, escritor, militar, político y está considerado por la Federación Espírita Brasileña (FEB) como uno de sus mayores exponentes. Hoy, la ciudad es conocida a nivel nacional por sus grupos espíritas y ONG, así como por su labor social y espiritual (Grupo Espírita Paulo Estevão/GEPE, 2023), en la que destacan el trabajo educativo y la gestión integrada de los recursos naturales.

"La organización no gubernamental Grupo Espírita Paulo Estevão (GEPE): considera a las comunidades rurales competentes para la autogestión y para exigir sus derechos. En este sentido, creó el Centro de Ocio Bezerra de Menezes, que promueve campañas de evangelización, cursos de educación ambiental, entre otros temas, en un intento de contribuir a la organización de este espacio y cambiar el comportamiento y la cosmovisión de los habitantes (Nascimento y Aires, 2011. p.61).

Teniendo en cuenta esta información previa, la propuesta de trabajo es la capacitación de las comunidades rurales en la promoción de acciones de recuperación de áreas degradadas, con toma de decisiones participativas, preparándolas para el desarrollo e implementación de tecnologías de adaptación, reduciendo las vulnerabilidades ambientales a las sequías en la cuenca evaluada, con enfoque en dos comunidades rurales.

Por lo tanto, la propuesta metodológica debe ser operacionalizada a través de la implementación de URADs, como parte de la planificación municipal local, es decir, la planificación comunitaria en la cuenca del Medio Jaguaribe. Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, es necesario que las acciones que se implementen se realicen en el marco y en asociación con las administraciones municipales, asociaciones de vecinos y cooperativas de trabajadores rurales de Jaguaribe y Jaguaretama. Las acciones deberán ser realizadas por subcuenca tributaria del Medio Jaguaribe, considerando el monitoreo de la efectividad de las acciones propuestas.

UNIDADES DE RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS Y REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD CLIMÁTICA (URAD) - ACCIONES AMBIENTALES, SOCIALES Y PRODUCTIVAS

La iniciativa URAD surgió del Departamento de Desarrollo Rural Sostenible y Lucha contra la Desertificación (DRSD) del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), responsable de la implementación de la Política Nacional de Lucha contra la Desertificación (Ley n.º 13.153 de 30 de julio de 2015). De modo que elaboró una estrategia para promover la implementación de las Unidades de Recuperación de Áreas Degradadas y Reducción de la Vulnerabilidad Climática - URAD, convirtiéndose en una referencia para hacer frente a uno de los problemas ambientales más graves, con un fuerte impacto socioeconómico en el Nordeste de Brasil (Colección de Experiencias DAKI, 2022).

Según Daki (2022), metodológicamente esta estrategia busca involucrar a las asociaciones locales a favor de una agenda común para ampliar la implementación de las URADs. Para que la estrategia tenga éxito, las acciones deben ser implementadas de forma integrada, involucrando acciones ambientales, sociales y productivas. Las acciones medioambientales implican recuperar la biodiversidad, el suelo y el agua. Las acciones sociales actúan sobre la seguridad hídrica, sanitaria y energética de la población.

Con relación a las acciones productivas, para las bases prolíficas, se instalan módulos de producción sustentable, con la aplicación de modernas técnicas de conservación de suelo y agua: Integración Agrícola, Pecuaria y Forestal - ILPF y Sistemas Agroforestales - SAF; completa, Daki (op cit).

Por consiguiente, en las áreas de prueba mencionadas, se proponen subsidios teóricos y prácticos para la implementación de acciones ambientales, sociales y productivas/AASP, para apoyar el desarrollo y la instalación de URAD's con la ayuda de una convocatoria del MMA, a través de la DRSD y la SEDRS, en la línea de la última: JOF 0231/2017, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (MMA, 2023).

Una vez que las comunidades han sido medidas, contactadas y capacitadas con actividades teóricas y prácticas, están listas para desarrollar las etapas restantes. De las cuales requieren recursos financieros y aplicación presupuestaria asignados por la Dirección de Desarrollo Rural Sostenible y Combate a la Desertificación, vinculada a la Secretaría de Extractivismo y Desarrollo Rural Sostenible del MMA, vía Circular MMA/PNUD. Por lo tanto, los Gobiernos Municipales de Jaguaribe y Jaguaretama, junto con las asociaciones y cooperativas de productores rurales del Sítio riacho do Brum y del Asentamiento Santa Bárbara, exigirán acciones del Proyecto URAD al Gobierno Federal - ya que las acciones municipales se presuponen vía convenio - para realizar los otros 3 pasos siguientes

El Departamento de Desarrollo Rural Sostenible y Combate a la Desertificación del MMA es responsable del seguimiento de las acciones y operaciones de URAD. Sin embargo, es importante que otras asociaciones institucionales auxilien este seguimiento, con el fin de evaluar su impacto en la recuperación de áreas degradadas, observando sus impactos positivos en los recursos hídricos y en la mejora de la calidad ambiental y de vida de la comunidad. Para ello, se definirán líneas de base para las acciones ambientales, sociales y productivas.

En cuanto a los costes necesarios y el tiempo que lleva implementar la URAD en cada comunidad, el MMA (2017) estima 270 días (9 meses) de actividades. Cada comunidad rural recibirá inversiones por familia elegida -montos que se actualizarán desde 2017, a través de la convocatoria mencionada (PNUD/MAA, 2023)- para la participación y el trabajo en las acciones previstas: Capacitación y Entrenamiento, Recuperación y conservación del suelo, agua y biodiversidad Saneamiento básico Unidades productivas Captación y almacenamiento de agua Eficiencia energética Difusión y divulgación de las acciones.

La URAD presupone un conjunto de actividades (incluidas la Difusión y la Divulgación de las Acciones) y resultados con Etapas para la consecución del EASP (Cuadro 1).

Por lo tanto, las actividades deben desarrollarse en asociación con las comunidades elegibles. Estas se han seleccionado en función de criterios medioambientales, socioeconómicos y técnicos. Todas las acciones implementadas contarán con la participación directa de las comunidades, de forma que éstas se apropien de las técnicas y metodologías utilizadas y puedan replicarlas en su momento, sirviendo de polos de ideas, organización comunitaria y técnicas de recuperación ambiental de bajo coste en cuencas hidrográficas susceptibles a la sequía y la desertificación.

Cuadro 1 - Estrategias medioambientales, sociales y productivas de la URAD/EASP

Etapas	Actividades y acciones medioambientales, sociales y productivas
1: Capacitación y formación en comunidades rurales	Cursos técnicos y operativos con prácticas para la construcción de infraestructuras y equipamientos para la recuperación y conservación del medio ambiente.
2: Recuperación y conservación del suelo, el agua y la biodiversidad	Cursos prácticos sobre recuperación de bosques de ribera, recuperación de suelos, presas subterráneas, etc. Tales como: construcción e instalación de presas de piedra, barreras de piedra, cercas vivas, presas subterráneas, aterrazamiento, escarificación-surcado, recuperación de bosques de ribera/manantiales, recolección y aplicación de hojarasca, entre otras prácticas.
3: Captación y almacenamiento de agua	Conservación de los recursos hídricos, para garantizar agua en cantidad y calidad para el consumo humano y la producción agrícola, adaptada a las condiciones locales semiáridas. Consiste en construir sistemas familiares de captación de agua (cisternas para recoger el agua de lluvia) y sistemas comunitarios de captación de agua (pozos artesianos, pozos amazónicos, sistemas simplificados de abastecimiento, presas subterráneas y plantas desalinizadoras) e instalar embalses comunitarios.
4: Saneamiento básico	Construcción de una unidad de saneamiento por familia, consistente en un refugio y una fosa séptica, acompañada de información sobre salud e higiene. También se pretende evitar la contaminación de las fuentes de agua.
5: Eficiencia energética	Construcción de cocinas ecológicas, que reducen la cantidad de leña necesaria para el consumo doméstico y previenen el desarrollo de enfermedades respiratorias. Las comunidades deben ser instruidas en el uso de los aparatos y en la correcta manipulación del combustible.
6: Unidades productivas	Discutir con la comunidad, analizando el potencial económico y ambiental local, se elegirán las Unidades Productivas a establecer por familia (p.ej. avicultura, horticultura, agricultura orgánica, agroecología) o por comunidad (donde cada familia tiene su propia unidad productiva, pero el procesamiento se realiza en una instalación comunitaria), p.ej. apicultura, meliponicultura, piscicultura, manejo sostenible para la ganadería, integración cultivo-ganadería (ILP), turismo sostenible y turismo ecológico, apicultura, meliponicultura, piscicultura, gestión forestal maderera o no maderera, gestión sostenible de la ganadería, integración cultivo-ganadería-forestal (ILP), turismo ecológico y cadenas de producción).

Fuente: Adaptado de MMA (2017)

En primer lugar, se muestra a las comunidades todos los pasos y procesos para la implementación de las acciones. Esto con el fin de que se apropien de las técnicas y metodologías utilizadas y desarrolladas en el esfuerzo conjunto. Y que puedan reproducirlas en su momento. Para apoyar esta participación, se recomienda la realización de reuniones de educación y capacitación ambiental antes y durante la implementación de las acciones.

Para facilitar la planificación y ejecución del proceso de capacitación, a continuación se presentan las 6 (seis) etapas de la URAD detalladas en la Tabla 1, que contienen indicaciones prácticas para la implementación de estrategias ambientales, sociales y productivas en las comunidades:

✓ Etapa 1: Capacitación de productores rurales, profesores de primaria y secundaria, jóvenes y adultos.

a) 1 curso sobre degradación de la tierra y su control, con un horario de 24 horas, para 34 agricultores; b) 1 curso sobre conservación de suelos, vegetación y agua (prácticas de conservación, recuperación de bosques ribereños/manantiales), captación y almacenamiento de agua, saneamiento y eficiencia energética, para 34 agricultores, con un horario de 40 horas; c) 1 curso sobre actividades productivas y ambientales, elegido por la propia comunidad, para 34 agricultores, con un horario de 24 horas.

✓ Etapa 2: Recuperación y conservación de suelos, agua y biodiversidad con productores rurales, maestros de primaria y secundaria, jóvenes y adultos.

✓ 1 curso teórico-práctico de 30 horas con actividades de campo sobre técnicas de: construcción de represas sucesivas de piedra, barreras de piedras, cercas vivas, represas subterráneas, aterrazamiento, escarificación-surcado, cosecha y aplicación de arpillera, entre otras prácticas.

✓ Etapa 3: Recogida y almacenamiento de agua.

Se trata de construir sistemas familiares de recogida de agua (por ejemplo, cisternas de 10.000 litros para recoger el agua de lluvia de los tejados de las casas) y sistemas comunitarios de recogida de agua (por ejemplo, pozos artesianos, pozos amazónicos, sistemas simplificados de abastecimiento, presas subterráneas y plantas desalinizadoras). Sin olvidar la instalación o el mantenimiento de embalses comunitarios. Con ello se pretende conseguir la seguridad del agua, tanto para el consumo humano como para la producción agrícola, de forma adaptada a las condiciones de la región semiárida. El anuncio del MMA (mencionado anteriormente) también prevé la instalación de desalinización y reutilización del agua en situaciones especiales.

✓ Etapa 4: Saneamiento básico.

✓ Cada familia recibe una unidad de saneamiento consistente en un refugio y una fosa séptica, seguida de información sobre salud e higiene. De este modo, también se

evita la contaminación de las fuentes de agua. Los edificios se construyen con mano de obra comunitaria y asistencia técnica de instituciones asociadas.

- ✓ Etapa 5: Eficiencia energética.
- ✓ Se trata de la construcción de cocinas ecológicas, que reducen la cantidad de leña utilizada como dendroenergía y previenen el desarrollo de enfermedades respiratorias. Además, las comunidades recibirán orientación sobre el uso de los equipos y la correcta manipulación del combustible. La construcción se llevará a cabo mediante un trabajo multilateral, con la asistencia técnica de las instituciones asociadas.
- ✓ Etapa 6: Unidades de producción.

A través de la discusión con la comunidad, y a la luz del potencial económico y ambiental, se eligen las Unidades Productivas que se establecerán por familia (por ejemplo, avicultura, horticultura, agricultura orgánica, agroecología) o por comunidad (en las que cada familia tiene su propia unidad de producción, pero el procesamiento se realiza en una instalación comunitaria), por ejemplo, apicultura, melipicultura, agroecología, etc. apicultura, meliponicultura, piscicultura, gestión forestal maderera o no maderera, gestión ganadera sostenible, Integración Cultivo-Ganado-Bosque (ICBF), turismo ecológico o religioso (en el caso del Asentamiento Santa Bárbara) y cadenas de producción.

En este caso, las organizaciones comunitarias existentes en el Sítio Riacho Brum y en el Asentamiento Santa Bárbara, así como, las acciones científicas allí existentes - de FUNCEME, EMBRAPA, UFC y UECE, por ejemplo - contribuyen decisivamente para todas las Etapas propuestas anteriormente, especialmente la Etapa 6.

Al mismo tiempo, la propuesta de la URAD prevé un seguimiento por parte del Departamento de Desarrollo Rural Sostenible y Lucha contra la Desertificación del MMA, evaluando los impactos en la recuperación de las áreas degradadas. También implica la divulgación y difusión de las acciones. La divulgación se realiza a través de diversos medios, especialmente carteles, folletos, charlas, días de campo y publicidad en las emisoras de radio locales y en las escuelas.

CONCLUSIONES

Aquí se abordaron comunidades rurales que experimentan degradación ambiental en Áreas Susceptibles a la Desertificación (ASD) para mejorar la gestión de los recursos naturales, especialmente los hídricos, frente a las incertidumbres climáticas y las formas de adaptación local sostenible.

La implementación de esta propuesta podría contribuir a la sostenibilidad social, económica y ambiental en las comunidades rurales de la Cuenca del Médio Jaguaribe, por dominio de

paisaje que conforman la cuenca y por municipio muestreado. En el proceso, se buscó facilitar a las comunidades, cooperativas de trabajadores y asociaciones rurales, el trabajo técnico-ambiental y la búsqueda de subsidios financieros para el uso conservacionista de la tierra y el manejo del suelo, para combatir la degradación y la desertificación y reducir las áreas afectadas.

En consecuencia, y dada la extrema necesidad de desarrollar estrategias adaptativas para convivir con las sequías recurrentes en la región semiárida, para la sostenibilidad de las comunidades rurales, es importante y necesario articular los enfoques institucionales con una metodología que conecte los factores físicos y humanos, incorporando tecnologías que permitan almacenar e integrar datos, mejorando la capacidad de análisis espacial de la información cualitativa y cuantitativa.

Para ello, el texto propone aquí la producción de encuestas, diagnósticos y actividades prácticas sobre temas estratégicos (degradación ambiental; conservación y protección ambiental; gestión del agua; recuperación-utilización de áreas degradadas y su monitoreo; acción política) en las comunidades rurales para promover indicadores ambientales acordes con los supuestos de la sostenibilidad. Se trata del núcleo de la sostenibilidad para el desarrollo equitativo de las dimensiones económica, social y ambiental en la producción rural, la recuperación de áreas degradadas y la gestión de los recursos naturales, especialmente el agua.

Asimismo, a través de la estrategia metodológica planteada, se puede lograr información y resultados importantes para la gobernanza territorial (UNESCO, 2023) sobre desertificación y adaptación al cambio climático con acciones comunitarias de base local. Sigue respondiendo a:

- ✓ Presentación de la distribución espacial de la degradación y la desertificación en la cuenca hidrográfica y, en particular, en las comunidades rurales analizadas.
- ✓ Escenario de degradación avanzada hacia la desertificación con impactos sobre los recursos naturales (suelos, vegetación y agua) y las áreas agrícolas. Evaluar las actividades productivas más degradantes en los municipios y sus comunidades más afectadas.
- ✓ Replicar la efectividad de la metodología URAD como una forma funcional, de bajo costo y sostenible de recuperar áreas degradadas y adaptar a las comunidades a vivir en la región semiárida.
- ✓ Aunque la Transposición del Río São Francisco - el Eje Norte y el embalse de Castanhão, que recibirá el agua en Ceará - no atiendan a las comunidades aquí elegidas, las demandas de las pequeñas comunidades rurales de la Cuenca evaluadas deben y pueden ser atendidas e incluso respondidas por alternativas sostenibles.
- ✓ Desde este punto de vista, aunque las subcuencas y sus comunidades rurales sufran los efectos de la no tecnificación del territorio y la asignación de recursos en zonas no consideradas estratégicas para los sectores empresarial e industrial, según la perspectiva estatal, se puede lograr un desarrollo rural sostenible a escala local.

REFERENCIAS

ALMEIDA, C. P. **Conflitos por água na Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe, Ceará.** 2015. 21 p. Limoeiro do Norte: Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Gestão Pública Municipal) - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, 2015.

AIRES, ROSILENE; NASCIMENTO, FLÁVIO R. do. **Condições morfoestruturais das microbacias cearenses de Muquém, Riacho das Pedras e Neblina.** In: Zenilde Baima Amora. (Org.). Cenários Geográficos: Reflexões e Enfoques. 1ed. Fortaleza: Eduece, 2009, v. 1, p. 271-284.

BOUCHLE, R, GRECCHI, R.C., SHIMABUKURO, Y.E., SELIGER, R., EVA. H.D., SANO, E., ARCHARD, F. (2015) Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing approach. **Applied Geography**, 58, 116-127.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE.** Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricas, 2010. 372p

CEARÁ. Plataforma Ceará 2050. Atividade 3. **Elaboração da Visão de Futuro e Objetivos Estratégicos.** Cited on http://www.ceara2050.ce.gov.br/api/wp-content/uploads/2019/01/ceara-2050-produto-3-3-visao_objetivos_indicadores_metas_24-11.pdf. Acessado em 05/019/2023.

DEUTSCH, W., DUNCAN, B. Community-based water monitoring: global experiences for practical programs in watershed management. Auburn: Auburn University, 2006, 9 p

COLEÇÃO DE EXPERIÊNCIAS DAKI – SEMIÁRIDO VIVO. **Caderno de casos semiárido brasileiro. 2. Território: alto sertão Sergipano – Sergipe.** Unidade de recuperação em áreas degradadas – URAD Aracaju, 2022. 21p. Coleção de Experiências DAKI – Semiárido Vivo. CADERNO DE CASOS SEMIÁRIDO BRASILEIRO. https://semiaridovivo.org/wp-content/uploads/2022/06/DAKI_SAB_BR_SE_2_URAD_PT_vf.pdf. 21p.

FUNCEME. **Projeto da Funceme recupera área degradada em Jaguaribe.** Cited on <http://www.funceme.br>. Acessado em: 20/12/2022a.

FUNCEME. **Projeto do Ceará recebe certificado da ONU por combate à desertificação.** Cited on < <https://www.srh.ce.gov.br/projeto-do-ceara-recebe-certificado-da-onu-por-combate-a-desertificacao/>>. Acessado e 19/12/2022b.

GRUPO ESPÍRITA PAULO ESTEVÃO (GEPE). **Pólo Bezerra de Menezes.** Consultado em 23 jan.2023. <https://www.gepe.org.br/polo-bezerra-de-menezes>

NASCIMENTO, FLÁVIO R. do. GIRÃO, ÊNIO, A. et al. **Experiência no monitoramento participativo da qualidade da água de fontes hídricas de comunidades**

rurais da bacia do rio Jaguaribe: o caso de Santa Bárbara, Jaguaribama-ce. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007b.

NASCIMENTO, FLÁVIO R. do; ARAÚJO, T. M. S. de; ROSA, M. F.; GIRÃO, E. G.; ARAÚJO, L. de F. P.; SANTOS, J. de O. **A geografia física como instrumento para a melhoria da qualidade de vida de comunidades rurais da região do Jaguaribe-CE.** Cadernos de Ciência e Cultura, v.2, n.1., maio/2007a.

NASCIMENTO, FLÁVIO R. do; ROSILENE. **Usos múltiplos e gestão participativa dos recursos hídricos na microbacia riacho das Pedras - Médio Jaguaribe-CE.** Caminhos de Geografia (UFU), v. 12, p. 56-69, 2011.

NASCIMENTO, FLÁVIO R. do. **Manejo de água em bacias hidrográficas e desertificação - gestão e ações planejadas para zonas tropicais.** In: Adriano Figueró e Cláudio de Mauro. (Org.). Governança da água: das políticas públicas à gestão de conflitos. Ied.Campina Grande: EPTEC, 2020, v. 1, p. 232-246.

NASCIMENTO, FLÁVIO R. do. **Global Environmental Changes, Desertification and Sustainability.** 1. ed. Basel, Switzerlan: Spirnger Nature, 2023. v. 1. 141p.

MMA. **Prorrogado edital para recuperação do semiárido.** JOF 0231/2017, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/noticia-acom-2017-08-2486>. Acessado em: 21 jan.2023.

UNESCO. International Center for Integrated Water Resources Management – ICIWaRM. **Climate Risk Informed Decision Analysis (CRIDA) Collaborative Water Resources Planning for an Uncertain Future.** Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) 2018, 158 p.

PARTIDO VERDE. **Desertificação é tema de encontro no Piauí.** Disponível em: <https://pv.org.br/desertificacao-e-tema-de-encontro-no-piaui/>. Acesso em: 25 de jan 2023

UNESCO. **Gobernanza del agua en América Latina y el Caribe.**cited on < <https://es.unesco.org/fieldoffice/montevideo/agua/fasesPHI> >. Acessado em 07.jan.2023

RIGOTTO, Raquel, Ma. Et al. **Da primavera silenciosa as primaveras silenciadas.** Conflitos socioambientais no agronegócio da fruticultura e agrotóxicos no Baixo Jaguaribe. IN: ZHOURI, A. e Lanschefski. **Desenvolvimento e conflitos ambientais.** Belo Horizonte: EDUFMG, 2010. p. 148-175).

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, 344 (6182), pp.363–364. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/344/6182/363.short>. 2014. Acesso em: 25 de jan 2023

WILHITE, D. A.; SIVAKUMAR, M. V. K. K.; PULWARTY, R. Managing drought risk in a changing climate: The role of national drought policy. **Weather and Climate Extremes**,

v. 3, n. March 2013, p. 4–13, jun. 2014.

Agradecimientos:

CNPq, por la financiación de la investigación:

Sostenibilidad socioambiental en la transversalidad de la recuperación hídrica de áreas degradadas: un enfoque integrador de las adaptaciones en comunidades locales de cuencas hidrográficas en el Bioma Caatinga.