



Universitat Politècnica de Catalunya
Master en Sostenibilitat

Una Aproximación a la Gestión Sostenible del Agua en Comunidades Rurales del Semiárido Brasileño

Tesina de Master

Alumna: **Arq. Alice Miranda Martins**

Tutor: Dr. Jordi Morató Farreras

Barcelona, 01 de octubre de 2010



Càtedra UNESCO de Sostenibilitat



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Universitat Politècnica de Catalunya
Master en Sostenibilidad

**Una Aproximación a la
Gestión Sostenible del Agua
en Comunidades Rurales
del Semiárido Brasileño**
Tesina de Master

Alumna: **Arq. Alice Miranda Martins**
Tutor: Dr. Jordi Morató Farreras

Barcelona, 01 de octubre de 2010

Martins, A.M. (2010) Una Aproximación a la Gestión Sostenible del Agua en Comunidades Rurales del Semiárido Brasileño. Tesina de Master en Sostenibilidad. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.

Agradecimientos

La realización de este trabajo seguramente no es de mérito sólo mío, sino que de todos los que contribuyeron de alguna forma. Gracias:

- a mi marido Leandro, por encorajarme y por compartir conmigo estos años tan ricos;
- a mis padres, por siempre darme soporte para la realización de mis sueños;
- a Jordi, por la tutoría y por encorajarme a trabajar este tema;
- al grupo de la SEMARH-AL, por facilitar la información;
- a Ángeles y Maricel, por las correcciones de redacción y ortografía;
- a mis compañeros de curso, por compartir las ideas, aprendizaje y momentos de mucha risa;
- a los demás amigos, por existir;
- y al Mestre, por estar siempre presente.

Resumen

El agua posibilita la gran diversidad de la vida en el planeta. Su ciclo natural afecta a todos los biomas existentes y afecta también los múltiples aspectos de la vida humana. Consiste en un **elemento de impulsión del desarrollo de la sociedad y determinante para el asentamiento de los grupos humanos**. Entretanto, el agua disponible para el consumo humano representa una fracción muy pequeña del agua existente, y, además, está distribuida de forma desigual por los territorios del mundo.

La acción humana, principalmente en los últimos dos siglos, está generando un **proceso de degradación del medio natural y de escasez de los recursos hídricos**. Las regiones semiáridas del planeta sufren aún más con esos procesos desencadenados, que han resultado en el fenómeno del cambio climático, sumados a las condiciones climatológicas extremas naturales de estas zonas.

La necesidad de una gestión sostenible de los recursos hídricos se hace ya evidente en todo el mundo y se encuentra en la pauta de la mayoría de las administraciones públicas. La **región semiárida de Brasil** vive hoy una situación hídrica bastante crítica, dónde las administraciones están implementando de políticas, programas y proyectos que puedan estimular esta gestión sostenible.

Con el intuito de comprender el contexto de la gestión del agua en las comunidades rurales del semiárido brasileiro, utilizándose de la **metodología de análisis DAFO** para la simplificación de la información, **el presente trabajo busca evidenciar las diversas dimensiones de la problemática y servir de referencia para el establecimiento de criterios para una gestión sostenible del recurso hídrico en contexto semejantes**.

Abstract

Water makes possible the great life diversity in planet Earth. Its natural cycle affects all existent biomes and also multiple aspects of human life. It consists in **an element of stimulation for society's development and is determinant for new human group settlements**. However, available water supplies for human consumption represents a very little portion of all existing water, and yet is unequally spread amongst world territories.

Human activity, mainly in the last two centuries, has been generating a **degradation process of natural environment and lack of water resources**. Semiarid regions of the planet suffer even worse consequences of these processes, which have resulted in the climatic change phenomenon, yet regarded the extreme climatic natural conditions of those regions.

The necessity of a sustainable management of water resources is visible worldwide and is an item of many government administrative plans. **Brasil's semiarid region** lives nowadays quite a critical water situation, in which administrators are developing programs and projects to stimulate sustainable management.

With the intention of understanding the context of water management in rural communities of Brazilian's semiarid, using **SWOT analysis methodology** for information simplification, **the present work aims to highlight the several dimensions of the problem and be a referent guide for the establishment of criteria for a sustainable Management of water resource in similar contexts**.

Listado de Figuras y Tablas

Figura 01: Distribución global del agua del mundo	04
Figura 02: Esquema de los componentes del ciclo hidrológico natural y antropogénico	06
Figura 03: Disponibilidad hídrica mundial, anualmente por persona (en miles de m ³)	10
Figura 04: Usos alternativos del agua según el nivel de ingreso de los países	11
Figura 05: Ejemplos de productos con sus respectivos valores de “agua virtual”	12
Figura 06: Evolución del consumo mundial por región, en billones de m ³ por año	13
Figura 07: Población carente de acceso al agua y al saneamiento	14
Figura 08: Tipos y distribución de desastres naturales relacionados con el agua, 1990 – 2001	15
Figura 09: Aspectos a integrarse para una Gestión Sostenible del Agua	19
Figura 10: Interacción de las aguas de captación y recolección en el ciclo hidrológico antropogénico	22
Figura 11: Mapa de división política de Brasil	23
Figura 12: Límites del Semiárido brasileño	24
Figura 13: Distribución de los Sistemas acuíferos y su potencial hídrico en el Semiárido	25
Figura 14: Desecho usual de los residuos sólidos	26
Figura 15: Imagen de la escasez de recursos de las pequeñas propiedades de tierra en el semiárido brasileño	28
Figura 16: La “Revolución Verde”	29
Figura 17: Cisterna de captación de agua pluvial	30
Figura 18: Construcción de una presa subterránea	30
Figura 19: Esquema de sección transversal y vista superior de una presa subterránea	30
Figura 20: Construcción de una presa subterránea	31
Figura 21: Presa pequeña a lo largo de una estrada	31
Figura 22: Mapa de los principales municipios del Estado de Alagoas	34
Figura 23: Fotografía de satélite de parte de la comunidad de Impueiras	35

Figura 24: Fotografía de satélite de la “villa” de la comunidad de Impueiras	35
Figura 25: Casas de la comunidad rural de Impueiras – Estrela de Alagoas	38
Figura 26: Transporte de agua a pies y en carro de tracción animal	38
Figura 27: Camión-pipa suministrando agua a una vivienda	39
Figura 28: Cisterna de placas instalada	40
Figura 29: Montaje de las placas para las paredes de la cisterna	41
Figura 30: Recipientes de almacenamiento del agua potable dentro de las viviendas de Impueiras	42
Figura 31: Sistema de desalinización por membranas de osmosis inversa instalado en la comunidad de Impueiras	43
Figura 32: Sistema de desalinización del PAD	44
Figura 33: Esquema gráfico de una Unidad Productiva (UP)	45
Figura 34: Estructura actual del Grupo Ejecutivo del PAD/Alagoas	46
Figura 35: Análisis DAFO – descripción de los 4 puntos	47
Tabla 01: Relación entre volumen de agua dulce disponible y número de habitantes	09
Tabla 02: Cargas de nutrientes en los tres principales componentes del agua residual doméstica	21
Tabla 03: Acciones implementadas para la gestión del agua en el semiárido brasileño	32
Tabla 04: Población urbana y rural del semiárido alagoano	35
Tabla 05: Municipios reconocidos por la defensa civil como en “situación de emergencia”	36
Tabla 06: Índice de mortalidad infantil. *nº de muertes a cada 1.000 nacidos vivos	36
Tabla 07: Valores de IDH municipales. - Fuente: MMA, 2009	36
Tabla 08: Resumen de los índices sociales, económicos y de infraestructura de parte de la Comunidad de Impueiras	37
Tabla 09: Material necesario para la construcción de la cisterna de placas	40
Tabla 10: Acciones implementadas para la gestión del agua en la comunidad de Impueiras	46
Tabla 11: Matriz de análisis DAFO de los aspectos de la gestión del agua en la comunidad de Impueiras	49
Tabla 12: Matriz de análisis DAFO de las fases del ciclo hidrológico antropogénico en la comunidad de Impueiras	50

Índice

1. Introducción	01
1.1. Objetivos	02
1.2. Justificación	02
1.3. Cuestionamientos	02
1.4. Metodología	02
2. Contexto global: el estado del agua en el mundo	04
2.1. El agua y su distribución en el Planeta	04
2.2. El ciclo del agua	05
2.3. Escasez y estrés hídrico	09
2.4. El consumo del agua en el mundo	11
2.5. Acceso al agua y sus servicios	13
2.6. Cambio climático y los recursos hídricos	15
3. La gestión sostenible del agua	17
3.1. Los diferentes aspectos de la gestión hídrica	17
3.2. Clasificaciones del agua	20

4. Contextualización regional: El semiárido brasileño	23
4.1. Político	23
4.2. Ambiental	24
4.3. Socio-Económico	26
5. Gestión del agua en el semiárido brasileño	27
5.1. Una reseña histórica	27
5.2. Las acciones implementadas	29
6. Contextualización local: Comunidad rural de Impueiras – Estrela de Alagoas-AL	34
6.1. Caracterización físico-territorial	34
6.2. Caracterización social	36
6.3. Caracterización de los servicios e infraestructura	38
6.4. Programas y proyectos existentes	39
7. Análisis de la gestión del agua local	47
8. Establecimiento de criterios de sostenibilidad para una gestión del agua en la comunidad rural de Impueiras	51
9. Consideraciones finales	53

Bibliografía

Anexos

1. Introducción

La desigualdad de la distribución del agua potable en el planeta es un tema que ha levantado discusiones en todo el mundo en las últimas décadas, además, **la cantidad disponible viene bajando drásticamente en los últimos años**. En el territorio brasileño, que guarda una gran cantidad de las reservas de agua dulce mundial, cerca del 80% del agua existente se localiza en la región amazónica, donde vive el 5% de la población brasileña, mientras que los otros 20% de los recursos hídricos sirven al 95% de la población. En la región semiárida del nordeste brasileño la situación se agrava aún más, ya que la disponibilidad de agua por habitante es aún más escasa.

El semiárido brasileño hoy comprende más de 1300 distritos, con un total de superficie equivalente a la suma de los territorios de Alemania y Francia (13% del territorio brasileño). Constituye **una de las regiones semiáridas con más alta densidad poblacional del planeta**, con cerca de **22 millones de habitantes** en el año 2000, abrigando al 14% de la población nacional. Esta población vive con los **peores Índices de Desarrollo Humano (IDH)** del país, en unas condiciones geo-climatológicas extremas.

Estas áreas se caracterizan por **largos períodos de sequías** (8 meses) seguidos de **cortos períodos altamente lluviosos** (4 meses). Aunque cuente con lluvias abundantes en estos 4 meses, por las altas temperaturas, la mayor parte del agua se pierde por evaporación, además de erosionar el suelo por la escasez vegetativa.

El agua, así como todo el ecosistema natural, ya no debe más ser considerado como un simple servicio que la naturaleza presta al hombre, sino como un elemento dinámico, que hace parte de un complejo sistema que permite toda la existencia de la vida, incluyendo la vida humana. La visión sistémica y holística hoy tienden a permear todas las áreas del conocimiento humano y, la crisis ambiental, que ya se manifiesta visiblemente con las evidencias del cambio climático, trae a la

superficie de las discusiones políticas **la necesidad de poner esta visión del conocimiento en la práctica de la gestión del recurso hídrico.**

En la búsqueda por una **convivencia con el semiárido**, se han implementado en **comunidades rurales**, algunos programas y proyectos con el enfoque en una gestión sostenible del recurso hídrico. Se han creado sistemas demostrativos en algunas comunidades, como es el caso de la **comunidad de Impueiras**, en el Estado de Alagoas, que sirven de referencia regional en la aplicación de **sistemas tecnológicos integrados, para el máximo aprovechamiento de los recursos existentes y un mínimo impacto ambiental, fortaleciendo la gestión participativa y la economía.**

La aplicación de una **gestión sostenible del agua** implica la consideración e integración de los diversos aspectos de la vida humana que tienen una influencia directa y/o indirecta sobre el recurso hídrico, o sea, **implica una visión sistémica de la complejidad socio-ambiental**. Para que realmente se trate la gestión del agua de forma integral y sostenible, es esencial la participación activa de los diferentes actores, para **la identificación de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades**. A partir de esta lectura de la situación específica, se podrá entonces, **establecer unos criterios de sostenibilidad que van a servir de guía para la delineación de prioridades de acción y para la búsqueda de las soluciones que se puedan implementar.**

Con el intuito de comprender el contexto de la gestión del agua en las comunidades rurales del semiárido brasileiro, tomando como referencia la comunidad de Impueiras, **el presente trabajo busca evidenciar las diversas dimensiones de la problemática y servir de referencia para el establecimiento de criterios para una gestión sostenible del recurso hídrico en contexto semejantes.**

1.1. Objetivos

El presente trabajo tiene como **objetivo general** comprender la complejidad del contexto de las comunidades rurales del semiárido brasileño y su actual gestión del agua, tomando como referencia la comunidad de Impueiras, en Estrela de Alagoas – AL, a fin de comprender las diversas dimensiones de esta problemática, pudiendo llegar al establecimiento de criterios para una gestión sostenible del recursos hídrico en el contexto analizado.

Los objetivos específicos son:

- **Comprender el estado del agua** en las escalas **global, regional y local**;
- Hacer una aproximación del **concepto de gestión sostenible del agua**;
- **Comprender la gestión del recurso hídrico** a través de los programas y proyectos existentes **en la escala local**;
- **Presentar la aplicación del análisis DAFO como un recurso** para la identificación de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la gestión del agua local;
- **Establecer criterios para una gestión sostenible del agua local**, a fin de facilitar el futuro desarrollo de un plan estratégico de trazado de prioridades y búsqueda por soluciones sostenibles.

La expectativa es de que este estudio pueda servir de base para que las instituciones encargadas de la gestión del recurso hídrico en la región del semiárido brasileño, especialmente en las zonas rurales, puedan **delinear acciones que tengan como reto la sostenibilidad de las diversas comunidades en el marco de la convivencia con el semiárido.**

1.2. Justificación

Las comunidades del semiárido en Brasil han vivido una **historia de desigualdades y exclusión, bajo una serie de políticas y acciones puntuales, aisladas e inediatistas para la mitigación** de los efectos de las largas sequías propias de la región. **Estas acciones, de manera general, no se integraban entre sí**, sino que competían por intereses de diversos órdenes.

La **nueva visión de la gestión del agua por parte de los organismos administradores del país, en el marco conceptual de la sostenibilidad, ha generado ya algunos resultados** importantes para la convivencia con la sequía, mostrándose como referencia a nivel local, regional, nacional y también internacional. Entretanto esta nueva visión es aún reciente y **necesita de mecanismos de fortalecimiento, para que no vuelva a caerse en las antiguas formas de gestión.**

La **comunidad rural de Impueiras**, en Estrela de Alagoas, a pesar de encontrarse en el Estado de los peores Índices de Desarrollo Humano del país, **se destaca entre las demás comunidades rurales del semiárido brasileño por como viene gestionando el recurso hídrico**, estableciéndose como una comunidad modelo de una gestión más sostenible en los aspectos ambientales, económicos y sociales.

Cuando acciones como las que ocurren en Impueiras dan buenos resultados **es necesario que se haga un fortalecimiento**, buscando aprovechar la organización existente para la implementación de más acciones que puedan servir de referencia a las demás comunidades del semiárido nacional e internacional.

Así, la importancia de este trabajo reside en la necesidad de la aplicación de una metodología sencilla para una constante evaluación de las acciones implementadas y del estado de la gestión, a fin de generar el hábito de la auto-evaluación participativa.

1.3. Cuestionamientos

Los cuestionamientos que se establecen en este trabajo son:

¿Qué es una gestión sostenible del agua y porque es tan necesaria?

¿Cómo se da la gestión del agua en las comunidades rurales del semiárido brasileño?

¿Cuáles son los puntos débiles y fuertes de esta gestión?

¿Qué criterios se pueden establecer para garantizar una gestión más sostenible del agua en esta y otras comunidades semejantes?

1.4. Metodología

El presente trabajo traza un **camino que va de la escala macro a la micro**, a fin de facilitar el estudio y la comprensión de la problemática desde el ámbito global hasta el ámbito local.

Inicialmente se hace una **contextualización global del estado del agua en el mundo**, buscando comprender su distribución, su ciclo hidrológico y las diversas influencias del ser humano sobre el recurso hídrico, así como sus consecuencias, que llevaron a la actual situación, con indicaciones a una situación futura aún más crítica.

En la secuencia, se busca visualizar como ha cambiado la visión sobre la gestión del agua, hasta llegar a lo que se define hoy como una **gestión sostenible del agua**, y como este nuevo concepto ve al recurso hídrico.

Posteriormente se inicia una **contextualización regional**, caracterizando el semiárido brasileño en sus aspectos geo-político, ambiental y socio-económico, para entonces llegar a caracterizar la actual gestión del agua en esta zona del país.

Después de esta contextualización regional, se hace la **contextualización local de la comunidad rural de Impueiras**, en el municipio de Estrela de Alagoas, caracterizando su espacio físico-territorial, sus aspectos socio-económicos y los servicios e infraestructura existentes. Se hace entonces, una descripción de los programas y proyectos de gestión de agua existentes en la comunidad.

En la continuidad, se hace un **análisis de la gestión del agua local**, a fin de presentar la utilización del **análisis DAFO** para la identificación de los puntos débiles y fuertes, y buscar responder algunos de los cuestionamientos levantados en el presente trabajo.

Finalmente, bajo el análisis hecho, **se definen una serie de criterios de sostenibilidad para una mejor gestión del agua en el contexto estudiado**, que puedan servir también de referencia para las demás comunidades de semejantes características.

Por últimos, están las consideraciones finales, para un balance del objetivo propuesto inicialmente y los resultados obtenidos.

2. Contextualización global: el estado del agua en el mundo

2.1. El agua y su distribución en el planeta

El agua es el elemento más abundante en la superficie del planeta Tierra, llegando a cubrir más de dos tercios de ella. De los 1.460 millones de Km³ del agua existente en la Tierra, casi el 94% está en los mares. Pero el agua no queda simplemente estática en los océanos, sino que **está en constante flujo** entre los continentes (alrededor de los 40.000 Km³ al año en ambas direcciones). El mantenimiento de este flujo se da a través de las nubes y de los ríos, que mueven el agua por la energía solar y por la gravedad (Fernández, 2004).

Del total de agua existente en el planeta, solamente 2,5% es agua dulce, distribuida entre glaciares (68,7%), aguas subterráneas (30,1%), Permafrost (0,8%) y aguas superficiales y atmosféricas (0,4%). Eso significa que **menos del 0,4% del agua dulce existente está disponible para el consumo humano**, como ilustra la Figura 01.

En este constante flujo, el agua se comporta como un **vehículo de transporte para diversos elementos**, que son arrastrados por el medio acuoso y conducidos por todo el medio ambiente. Esta función de medio conductor se cumple en diversas escalas, de la macro a la micro: también transporta moléculas dentro de los seres vivos. El cuerpo humano se compone de 70% de agua y los vegetales entre 80% y 95%.

La existencia de sistemas de agua dulce saludables son fundamentales para preservar el equilibrio de los ecosistemas de la Tierra, la biodiversidad y, por supuesto, el bienestar humano. Nuestra seguridad alimentaria, así como toda una serie de bienes y servicios medioambientales, dependen de los ecosistemas de agua dulce. “La biodiversidad de los ecosistemas de agua dulce es sumamente rica, con un alto nivel de especies endémicas, pero es también muy sensible a la degradación medioambiental y a la sobreexplotación” (ONU, 2006).

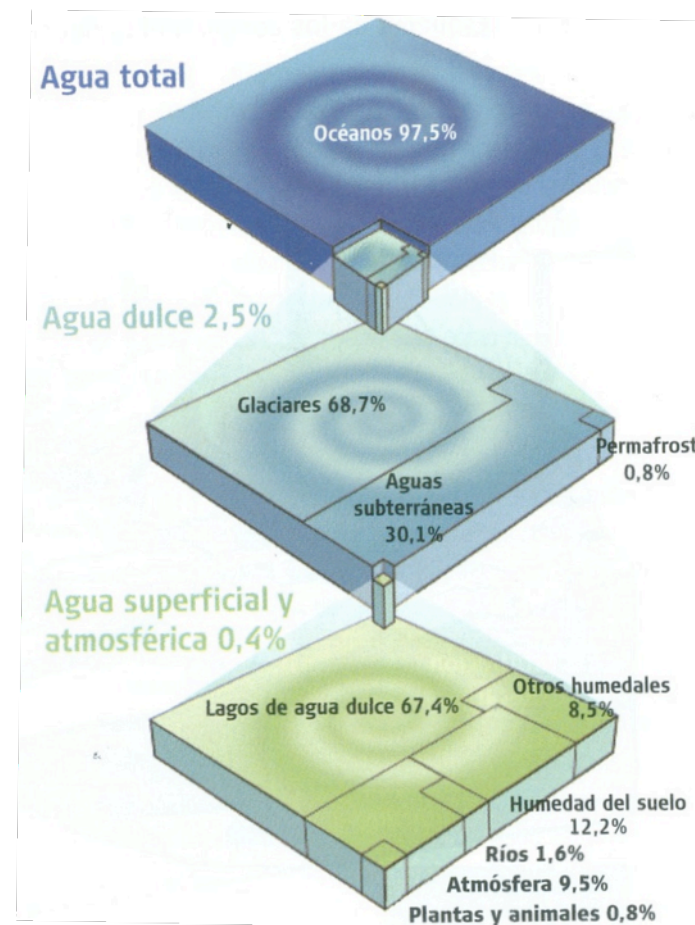


Figura 01: Distribución global del agua del mundo
Fuente: ONU, 2006.

Estas aguas continentales, comprenden lagos, ríos, humedales y llanuras de inundación, arroyos, lagunas, manantiales y acuíferos. El término “humedal” se refiere a un grupo determinado de hábitats acuáticos que representa una variedad de ecosistemas poco profundos y con vegetación específica, a menudo, frenan la acción de fenómenos meteorológicos extremos como los huracanes (ONU, 2006). Estos ecosistemas también abrigan una gran diversidad de colonias microbiológicas, responsables de la digestión de la materia orgánica presente en las aguas de los humedales, haciendo de estos ecosistemas grandes depuradoras naturales.

Delante de la destrucción del 50% de las áreas de humedales en el mundo, los niveles de contaminación del agua aumentan cada día más, reduciendo los recursos de agua dulce (ONU, 2003). **Unos 2 millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente en aguas receptoras**, incluyendo residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos agrícolas (fertilizantes, pesticidas y residuos de pesticidas). Aunque los datos confiables sobre la extensión y gravedad de la contaminación son incompletos, **se estima que la producción global de aguas residuales es de aproximadamente 1.500 km³** (ONU, 2003). Teniendo en cuenta que **un litro de aguas residuales contamina 8 litros de agua dulce**, la carga mundial de aguas contaminadas puede superar los 12.000 km³ (ONU, 2003), de un total de 131.700 km³ de agua presente en los ríos, embalses y lagos (más del 10%). No es sorpresa que las poblaciones más pobres resulten las más afectadas, con un **50% de la población de los países en desarrollo expuesta a contaminaciones por vía hídrica**.

Según el informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo publicado en 2003, el ser humano extrae un 8% del total anual de agua dulce renovable y se apropia del 26% de la precipitación anual y del 54% de las aguas de escorrentía accesibles. Con este control global que la humanidad ejerce sobre las aguas de escorrentía **el hombre desempeña actualmente un papel clave en el ciclo hidrológico**.

2.2. El ciclo del agua

El agua posibilita la gran diversidad de la vida, y su movimiento hace posible el mantenimiento del ciclo de diversos elementos sólidos, influyendo también en los ciclo de los elementos gaseosos. Las concentraciones de elementos como Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo y Carbono son esenciales para la manutención del equilibrio de los biosistemas, y estas concentraciones tienen influencia directa en el ciclo del agua. **El agua es un elemento que contiene y transporta vida, y siempre cierra su ciclo** (Figura 02), entretanto no está igualmente distribuido por el planeta, ni tampoco igualmente disponible o con iguales características.

La disponibilidad del agua dulce para el consumo humano se distribuye de forma desigual por los territorios, debido a los diferentes procesos que componen el **ciclo hidrológico natural** y a las diferentes actividades del ser humano, lo que se puede llamar de **ciclo antropológico**, que pueden alterar estos procesos naturales (ONU, 2006). El funcionamiento básico del ciclo hidrológico natural sólo fue conocido desde hace algo más de tres siglos. Anteriormente mentes tan preclaras como Aristóteles, Leonardo Da Vinci, Descartes o Kepler entendieron el ciclo al revés (Madurga, 2005). Los valores cuantitativos de los componentes principales del ciclo hidrológico fueron ya evaluados hace unos cuarenta años y las estimaciones principales apenas han variado desde entonces.

A) El ciclo hidrológico natural:

Como se ilustra en la Figura 02, se compone principalmente de los siguientes procesos: precipitación, escorrentía, infiltración, evaporación y transpiración.

Precipitación - El agua presente en el atmósfera terrestre representa aproximadamente el 10% del agua dulce del mundo. Es un vapor que circula en la atmósfera en una “envoltura dinámica global” (ONU, 2006).

Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienzan a formarse gotas, gotas que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones, culminando en lluvia, aguanieve, granizo, escarcha o rocío. **Estos fenómenos son claves para la renovación de los recursos hídricos naturales, alimentando los ecosistemas naturales.** Las precipitaciones varían entre 100mm/año en los países desérticos y 3400mm/año en zonas tropicales y muy montañosas. Estos índices de “precipitación, junto con la temperatura, definen las variables fundamentales de las características de la biodiversidad climática y del ecosistema” (ONU, 2006).

Pero no toda el agua que precipita llega a alcanzar la superficie del terreno. Una parte del agua de precipitación vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida ("agua de intercepción") por la vegetación, edificios, carreteras, etc., y luego evaporase. Del agua que alcanza la superficie del terreno, una parte queda retenida en charcas, lagos y embalses ("almacenamiento superficial") volviendo una gran parte de nuevo a la atmósfera en forma de vapor.

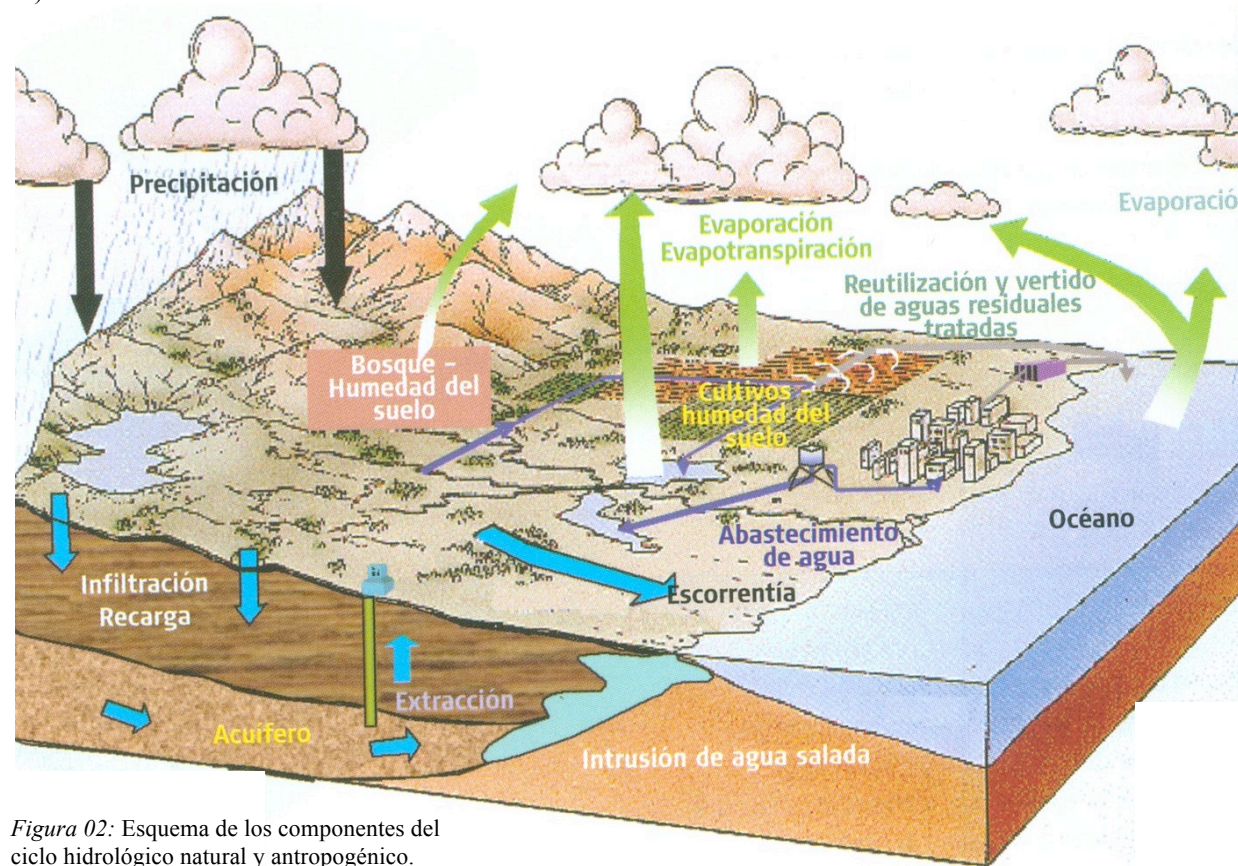


Figura 02: Esquema de los componentes del ciclo hidrológico natural y antropogénico.
Fuente: ONU, 2006

Escorrentía superficial - Una parte del agua precipitada **circula sobre la superficie y se concentra en pequeños cursos de agua**, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos ("escorrentía superficial"). El agua que circula superficialmente va a los lagos o al mar, donde una parte se evaporará y otra se infiltrará en el terreno.

Infiltración - Otra parte de la precipitación **llega a penetrar la superficie del terreno** ("infiltración") a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, relleno de agua el medio poroso. El agua subterránea puede volver a la atmósfera por evapotranspiración cuando el nivel de saturación queda próximo a la superficie del terreno. Otras veces, se produce descarga de las aguas subterráneas, la cual pasará a engrosar el caudal de los ríos, rezumando directamente en el cauce o a través de manantiales; o descarga directamente en el mar, u otras grandes superficies de agua.

Evaporación - Alrededor del 40% del vapor presente en la atmósfera procede de las grandes superficies líquidas (lagos, mares y océanos) donde la radiación solar favorece que continuamente se forme vapor de agua. El vapor de agua, menos denso que el aire, asciende a capas más altas de la atmósfera, donde se enfría y se condensa formando nubes.

Transpiración - La transpiración es **la expulsión del agua presente en los seres vivos hacia su superficie, a fin de promover un control de las temperaturas internas**. Las plantas son las mayores responsables por el vapor de agua atmosférico proveniente del proceso de transpiración. Ellas absorben agua del suelo y la retornan a la atmósfera en forma de vapor.

La vegetación cumple, por lo tanto, importantes funciones en el ciclo hidrológico natural, retornando agua a la atmósfera, controlando la humedad del suelo, trayendo agua subterránea a la superficie por acción de sus raíces, manteniendo la humedad del aire bajo su copa, disminuyendo la velocidad de la escorrentía superficial lo que favorece la infiltración, entre otras funciones más.

El ciclo hidrológico es un proceso continuo pero irregular en el espacio y en el tiempo. Una gota de lluvia puede recorrer todo el ciclo, pero cualquier acción del hombre en una parte del mismo, puede generar efectos

no previsible en una determinada región. Su función no es sólo la de transferir vapor de agua desde la superficie de la Tierra a la atmósfera sino colaborar a mantener la superficie de la Tierra más fría y la atmósfera más caliente. Además juega un papel de vital importancia: permite moderar las temperaturas y las precipitaciones de diferentes zonas del planeta, intercambiando calor y humedad entre puntos en ocasiones muy alejados.

Las tasas de renovación del agua, o tiempo de residencia medio, en cada una de las fases del ciclo hidrológico no son iguales. Por ejemplo, el agua de los océanos se renueva lentamente, una vez cada 3.000 años, en cambio el vapor atmosférico lo hace rápidamente, cada 10 días aproximadamente.

B) El ciclo hidrológico antropogénico:

El ciclo hidrológico antropogénico **se caracteriza por las etapas del manejo del agua por el hombre para su propio beneficio**. A través de este manejo, el ser humano influye en el ciclo hidrológico natural, conduciendo y manipulando el agua para sus diversos usos. Dependiendo del uso que se dará al agua y de los patrones de manejo local, algunas etapas pueden o no existir, pero en un ciclo completo las etapas serían: captación/extracción, potabilización, distribución, uso, recolección, tratamiento, reuso y retorno al medio.

Captación/Extracción - La captación del agua para los diversos usos humanos se hace de los cursos de agua superficial (ríos, riberas, lagos, etc.), de pozos (cursos de agua subterráneos) y de las precipitaciones (agua atmosférica).

Potabilización - la potabilización del agua es hoy en día un proceso obligatorio en gran parte de los países del mundo, que consiste en **una serie de etapas que garantice que el agua esté apta a cualquier consumo humano sin restricciones (agua potable)**. La potabilización del agua se puede hacer por diferentes procesos (físicos, químicos y biológicos) de acuerdo a las necesidades específicas relacionadas a la calidad del agua captada.

Actualmente es muy común que en los grandes centros urbanos toda el agua disponible por la población sea potable. Pero **no todos los usos requieren un agua de tal pureza**, como el agua usada para limpieza de utensilios, del suelo, de la ropa, de limpieza de las calles de la ciudad, por ejemplo. Cada uso exige una calidad de agua específica, pero por cuestiones de simplificación del sistema de distribución y de seguridad de la salud de la población urbana, toda el agua distribuida en las ciudades suele ser potabilizada.

Distribución - los sistemas de distribución de agua, concentrados en los centros urbanos, son una parte importante de la infraestructura urbana. Pueden tener diferentes configuraciones que les confiere menor o mayor eficiencia. La calidad de estos sistemas (configuración espacial y materiales utilizados) tienen una **gran influencia sobre la calidad del agua que llega a los consumidores, así como sobre los índices de desperdicio del agua** por fugas en las grandes tuberías.

Uso - al agua se le pueden dar diferentes usos para satisfacer las necesidades humanas, desde la supervivencia (hidratación del cuerpo) hasta el ocio. El uso que se le da al agua, sea en las zonas urbanas o rurales, **es un factor de enorme influencia sobre el ciclo hidrológico natural y todos los procesos biológicos vinculados a este**. Una vez que el uso va a determinar los elementos orgánico e inorgánicos que esta agua va a arrastrar, las concentraciones de estos elementos, cuando retorna al medio, tienen enorme importancia sobre el equilibrio de su ciclo.

Es primordialmente en esta etapa del ciclo hidrológico antropogénico que **se generan las diferentes contaminaciones del agua**, que, en el caso de pasar por un tratamiento adecuado, se van a propagar por los demás ciclos existentes en el medio ambiente. **En esta fase del ciclo, el consumidor juega un papel fundamental en la determinación de la calidad del agua que va a retornar al medio, y que le va a servir en el futuro.**

Recolección - posteriormente a su uso, el agua debe ser adecuadamente recolectada para que sea destinada a un correcto tratamiento. La forma como se hace esa recolección va a influenciar en el tipo de tratamiento por

el cual tendrá que pasar esta agua residual. **Si tal recolección se hace separadamente, de acuerdo a los usos anteriores, se pueden dar diferentes tipo y niveles de tratamiento para cada calidad del agua.** Entretanto, si se recolecta el agua sin ninguna separación, mezclando todas las calidades, el tratamiento se tendría que hacer con base en la más baja calidad de las aguas recolectadas. Por eso los grandes centros urbanos suelen tener sistemas separados de recolección de aguas pluviales y aguas residuales domésticas (existen aún más clasificaciones para hacer una separación más selectiva, como las aguas grises, negras y amarillas, descritas en el apartado 3.2.B), a fin de ahorrar la energía utilizada en los tratamientos.

Tratamiento - son muchos los tratamientos que se pueden dar al agua, que **varían de acuerdo al tipo y nivel de contaminación presente en esta agua y al destino que se le va dar**. De forma general, los tratamientos comprenden las etapas: **pre-tratamiento** (acondiciona el agua para las fases posteriores y puede incluir equipos tales como rejillas, tamices, desarenadores y desengrasadores); **tratamiento primario** (físico-químico - busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación, con o sin reactivos); **tratamiento secundario** (biológico - se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta a través de la oxidación aerobia de la materia orgánica o su eliminación anaerobia en digestores cerrados); y **tratamiento terciario** (tiene por objetivo mejorar las características del vertido final, pudiendo consistir en una desinfección para usos más nobles).

Reuso y retorno al medio - el reuso del agua previamente tratada (si necesario) es una forma de **alargar el ciclo hidrológico antropogénico, ahorrando la energía utilizada en el empleo de todas las fases anteriores del ciclo**. El reuso masivo del agua residual tratada puede llevar a una reducción de las captaciones, disminuyendo el impacto del hombre sobre el medio natural. Posterior a su reuso, el agua debe pasar por un nuevo proceso de tratamiento para entonces retornar al medio natural. Pero algunos reusos como el riego comprenden, al mismo tiempo, un reuso y el retorno al medio por infiltración y evapotranspiración.

2.3. Escasez y estrés hídrico

La disponibilidad de agua dulce no se encuentra igualmente distribuida en los continentes y países, que además tienen diferentes niveles de concentración poblacional. **Estos dos factores: disponibilidad de agua dulce y densidad poblacional de un país, definen un índice – TARHR** (Total Actual de Recursos Hídricos Renovables) que ya empieza a **señalar los futuros conflictos políticos del siglo XXI**. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2003), cerca de 200 científicos de unos 50 países diferentes apuntan a la escasez del agua como uno de los problemas más acuciantes de este nuevo milenio (el otro es el cambio climático).

Desde 1950, el consumo del agua en el mundo se ha triplicado, mientras que en los últimos 25 años su disponibilidad disminuyó un 50%. **Siguiendo esta tendencia, las previsiones apuntan que en el año 2025, 3500 millones de personas (casi la mitad de la población mundial) sufrirán problemas graves por la escasez del agua.** Hoy, cerca de 470 millones de personas viven en países con problemas de estrés hídrico, lo que, en 2025, puede llegar a 3.000 millones de personas (González, 2006). Todas las señales parecen indicar que la crisis hídrica está empeorando y que continuará haciéndolo, a no ser que se emprenda una acción correctiva.

La escasez del agua se está dando principalmente por una mala gestión del recurso que configura altos índices de consumo, de desperdicio y de contaminación, junto con la impermeabilización de los suelos urbanizados (que impiden la recarga de los acuíferos subterráneos) y una intensa deforestación (aumentando las pérdidas por evaporación). Además, se está destruyendo los sistemas naturales de depuración del agua, como los humedales, sobrepasando los niveles de contaminación que el medio natural tiene capacidad de mitigar.

Los recursos hídricos en lagos, ríos y acuíferos son renovables, a través del fenómeno de evapotranspiración, que culmina en las lluvias, cumpliendo el ciclo natural del agua. Pero la mala gestión del recurso ha interferido en

este ciclo, desequilibrando los procesos y dando como resultado la disminución de las reservas hídricas y de la calidad del agua disponible.

La situación crítica de algunas regiones del planeta por el desequilibrio entre agua disponible y población, según demuestra la Tabla 01 y la Figura 03, ya presenta sus efectos. Casi toda la Europa se encuentra en una situación que oscila entre crítica y grave, debido a la intensa explotación de los recursos naturales y por la contaminación provocada en el proceso de industrialización del continente.

Tabla 01: Relación entre volumen de agua dulce disponible y número de habitantes, expresos en % del total mundial en cada continente en el año de 2003.
Fuente: ONU, 2003

CONTINENTE	AGUA%	HABITANTES%
Asia	36	60
África	11	12
América Norte y Central	15	8
América del Sur	26	6
Oceanía	4	1
Europa	8	13

El continente asiático vive una situación extremadamente grave en el suministro de agua, que llega a ser causa de conflictos armados entre países. En China, el río Amarillo y los ríos que alimentan las planicies del norte y las reservas subterráneas, han sido afectados por la contaminación, debido al crecimiento urbano e industrial, en el auge de su crecimiento económico, por una mala gestión ambiental (González, 2006). Como consecuencia, el norte del país sufre con la escasez hídrica y dos tercios de las ciudades chinas no cuentan con suficiente agua a lo largo del año.

En **Australia**, la sobreexplotación de ríos y reservas de agua subterránea, está generando grandes concentraciones de sal en la superficie; el intento por desviar el curso de algunos ríos terminó causando desastres ecológicos, haciendo perder gran cantidad de tierras fértiles.

En el norte de **África**, a pesar de la presencia de dos enormes acuíferos, el suministro de agua está en estado crítico, con el agravante de la alta contaminación de las aguas superficiales.

En los **Estados Unidos**, la situación tampoco es buena, dado que la mitad de la población (200 millones de personas), dependen del agua subterránea para el uso doméstico. Muchos de los acuíferos estadounidenses se encuentran contaminados y han mermado su capacidad, a pesar de tener aún reservas para unos 40 años.

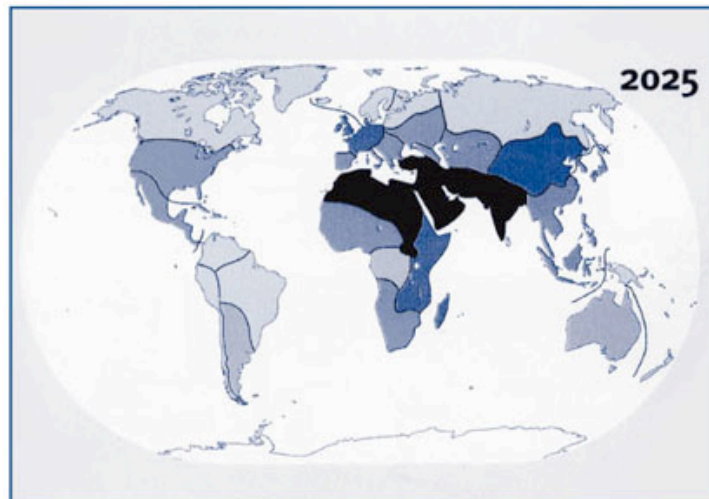
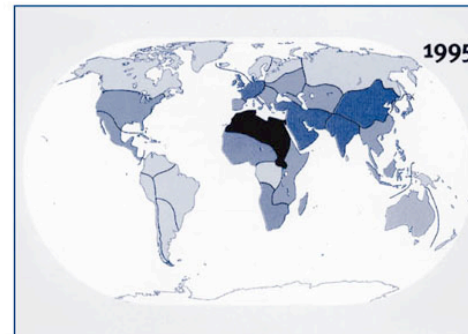
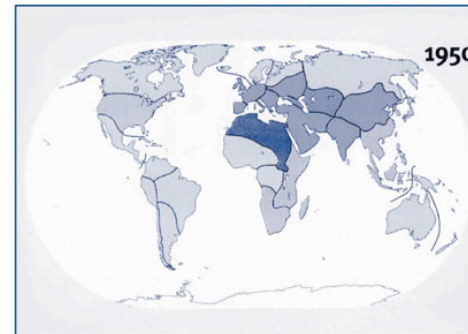


Figura 03: Disponibilidad hídrica mundial, anualmente por persona (en miles de m³)
Fuente: ONU, 2003



Metros cúbicos anuales por persona (en miles)

< 1.0	= catastróficamente baja
1.1 - 2	= muy baja
2.1 - 5	= baja
5.1 - 10	= media
10.1 - 20	= alta
> 20	= muy alta

Canadá posee un 9% del agua dulce y renovable del mundo; este recurso es, en su mayoría subterráneo, y su volumen es cerca de 37 veces mayor que el agua de todos los lagos y ríos del país (González, 2006). Más de un cuarto de la población de este país, se abastece de agua subterránea para uso doméstico. Sin embargo, por la existencia de serios problemas de contaminación, debido a la presencia de petroquímicos, pesticidas, aguas servidas y nitratos, está en riesgo la salud de la población por la alta toxicidad que se genera.

El acuífero Guaraní, en **América del Sur**, con un promedio de 45.000 kilómetros cúbicos de agua, podría cubrir las necesidades de 360 millones de personas indefinidamente, por tratarse de una reserva renovable. Sin embargo, ahí también existen problemas de disponibilidad y calidad de agua. En la mayoría de los casos el problema del agua en la región se da por la falta de un marco jurídico, institucional y normativo adecuado (BID, 2003).

2.4. El consumo del agua en el mundo

Según datos del Banco Mundial (2001), expresados en la Figura 04, el **70% del agua dulce en el mundo se destina al riego agrícola**, proporción que se eleva a 82% en países de ingresos medios y bajos (o países en desarrollo), comparado con un 30% en los países de altos ingresos. Esos valores pueden variar entre los países de acuerdo al tipo de cultivo predominante. En los países desarrollados, las tierras de regadío representan nada más que una quinta parte de la zona cultivable total, lo que revela pequeñas áreas altamente regadas.

De manera inversa, el agua para uso industrial en estos países es de 59% respecto a un 10% en los países de ingresos bajos y medios. La industria tiene grandes necesidades de agua; este sector absorbe cerca del 20% de los recursos disponibles. A modo de ejemplo, la fabricación de una tonelada de acero exige por término medio 200 metros cúbicos de agua y la

de un automóvil, cerca de 30.000 litros de agua. El agua necesaria para la producción de determinados productos se denomina “**agua virtual**”, concepto introducido por **J. A. Allan a principios de los 90**, cuando estudiaba la importación de agua como solución a los problemas de escasez en Oriente Medio.

El sector agrícola es el que más demanda agua (el 70% del total de agua consumida en el mundo). Eso se debe a tres principales factores:

- el crecimiento poblacional mundial, que demanda más producción de alimentos;
- el tipo de cultivos masivamente producidos, que requieren grandes cantidades de agua;
- las actuales tecnologías de riego, que también utilizan grandes cantidades de agua y pierden cerca de 60% del agua por evaporación, fugas y otros.

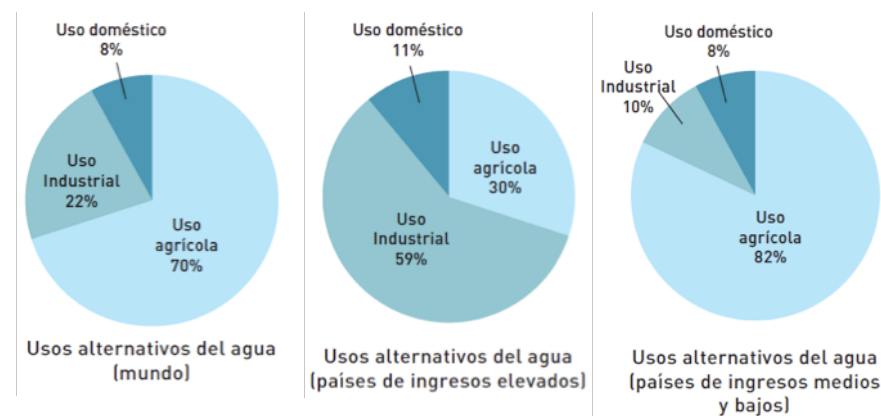


Figura 04: Usos alternativos del agua según el nivel de ingreso de los países
Fuente: Banco Mundial, 2001

Las aguas residuales, son también usadas para riego, pero en pequeña escala (abastecen a alrededor de 10% del total de las tierras de riego en los países pobres) y sin un adecuado tratamiento. El uso de aguas residuales sin tratar es, además, una barrera para la exportación de cosechas y restringe parcialmente su acceso al mercado interno (ONU, 2003).

Así, **en lugar de utilizar 1000 litros de agua para producir 1 kg de trigo, un país con escasos recursos hídricos puede importar 1 kg de trigo.** Con esta importación, el país está importando **1.000 litros de “agua virtual”**. Estas importaciones de agua virtual generan una falsa impresión del real consumo de agua de una determinada población.

El comercio de agua virtual ha aumentado regularmente durante los últimos cuarenta años: **aproximadamente el 15% del agua utilizada en el mundo se destina a la exportación en forma de agua virtual.** Puesto que, a nivel global, la agricultura es el primer sector económico en cuanto al uso de agua, el intercambio de productos agrícolas constituye el elemento principal del comercio del agua virtual. El comercio de carne también es importante en términos de comercio global de agua virtual. La Figura 05 ilustra la gran diferencia del “agua virtual” de diferentes productos: los que exigen más procesos industriales son los que más consumen agua.

Los números que expresan el consumo de agua de una determinada región generalmente se basan en el lugar de extracción del agua y en su uso directo. Entretanto, el consumo de productos agrícolas e industrializados implica un consumo de agua indirecto, que sumado al consumo directo resulta en lo que llamamos de **huella hídrica (“water footprint”)**.

Este concepto de la huella hídrica fue creado por Arjen Y. Hoekstra en 2002, experto del Instituto UNESCO-IHE, para obtener un indicador que relacionara el agua con el consumo - a todos los niveles - de la población. La **huella hídrica** de un país (o industria, o persona) se define como **“el volumen de agua necesaria para la producción de los productos y servicios consumidos por los habitantes de dicho país (o industria, o**

persona)”. La intención última de este concepto es servir como un indicador capaz de aportar más información que los tradicionales indicadores basados en la producción.



Figura 05: Ejemplos de productos con sus respectivos valores de “agua virtual”
Fuente: http://blogs.shave.com/green/2008/02/water_footprint.html

Muchos países han externalizado significativamente su huella hídrica al importar bienes de otros lugares donde requieren un alto contenido de agua para su producción. Este hecho genera una importante presión en los recursos hídricos en las regiones exportadoras, donde muy a menudo existe una carencia de mecanismos para una buena gobernanza y conservación de los recursos hídricos.

Estos dos indicadores, de “agua virtual” y “huella hídrica” tienen la capacidad de revelar, principalmente a los consumidores, una **realidad oculta en los procesos de producción e importación/exportación**. Con la divulgación del “agua virtual” referente a los productos más consumidos por una determinada población, esta se puede tornar conciente del impacto ambiental que puede implicar el consumo de los productos con altas cifras en este indicador.

Seguramente, con **la crisis hídrica que se establece en el mundo**, este indicador tendrá influencia directa sobre la valoración económica de los productos. Si el consumo sigue las tendencias actuales, **la previsión es que para el año 2025, en el mundo el consumo de agua aumentará en 1.000 millones de m³**, llegando a la cifra de los 5250 billones de m³ por año (ONU, 2003), como se puede ver en la Figura 06. Mientras tanto, se están aumentando los niveles de contaminación de las reservas hídricas, afectando su ciclo e impidiendo su renovación. Lo que significa que cada vez se consume más, hay menos reservas y de peor calidad.

2.5. Acceso al agua y sus servicios

El agua es esencial para la vida humana. Tiene un papel fundamental en el desarrollo de las funciones orgánicas de nuestro cuerpo, transportando nutrientes y garantizando la disolución de los minerales. La deshidratación del cuerpo afecta todas sus funciones, principalmente las funciones nerviosas. **Sin embargo, más de una de cada seis personas en todo el mundo no tienen acceso a entre 20 y 50 litros de agua al día, el volumen mínimo que las Naciones Unidas recomiendan para satisfacer las necesidades básicas de las personas para beber, cocinar y limpieza.**

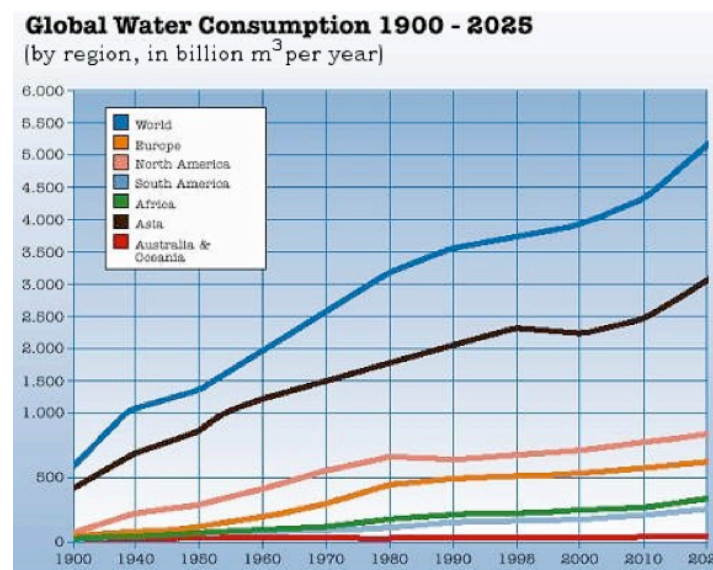


Figura 06: Evolución del consumo mundial por región, en billones de m³ por año
Fuente: www.urbanecoist.com/peak-water-water-is-the-new-black-oil/

Actualmente, alrededor de 1.100 millones de personas, aproximadamente **una sexta parte de la población mundial, carecen de acceso al agua potable** y 2.400 millones, **el 40% de la población mundial, no dispone de instalaciones sanitarias adecuadas** (ONU, 2003). No es sorpresa que aquellos que no disponen de un suministro de agua en suficiente cantidad y calidad son, invariablemente, los más pobres. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2003), **el problema es especialmente grave en las zonas rurales y en las zonas urbanas en rápida expansión**. La Figura 07 expresa como ese déficit se distribuye en los diferentes continentes de mundo.

Si el abastecimiento de agua y el saneamiento básico fueran ampliados a los que nunca los tuvieron, se estima que la carga de las diarreas infecciosas se reduciría en un 17% anual. **En 2002, las enfermedades diarreicas y el paludismo sumaron 1,8 y 1,3 millones de muertes**, respectivamente, en su mayoría de niños menores de 5 años. La diarrea sigue siendo la principal causa de muerte por enfermedades relacionadas con el agua entre los niños. **En los países en vías de desarrollo, la diarrea representa el 21% de las muertes en niños menores de 5 años** (ONU, 2006).

En África, 300 millones de personas (el 40% de la población) viven sin un saneamiento e higiene básicos. En Asia meridional, en el decenio de 1990, 220 millones de personas se beneficiaron con las mejoras en el acceso al agua dulce y al saneamiento. Entretanto, en ese mismo período, se sumaron a la población 222 millones de personas, sin acceso a estos servicios, anulando en cifras porcentuales los adelantos logrados.

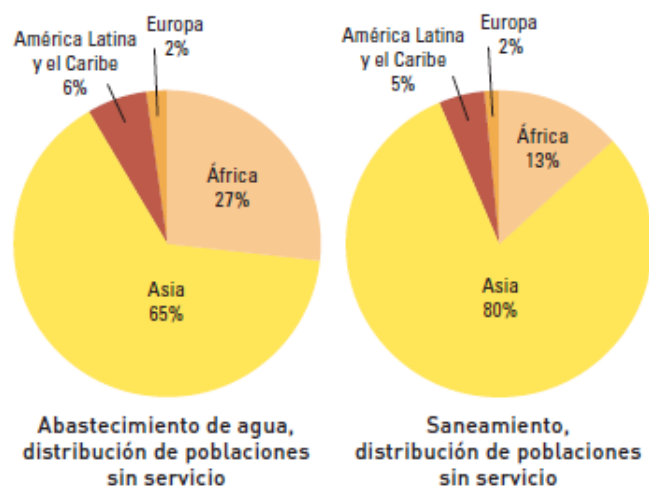


Figura 07: Población carente de acceso al agua y al saneamiento
Fuente: ONU, 2003

En el caso del continente latino-americano, los datos revelan que el 15% de la población (alrededor de 76 millones de personas), no tiene acceso a agua potable, proporción que se duplica en el caso de las zonas rurales, mientras que el 60% de las viviendas urbanas y rurales con conexión no tienen un abastecimiento continuo (González, 2006). Respecto a la destinación de las aguas residuales, menos del 50% de la población está conectada a redes y una tercera parte depende de sistemas individuales; nada más que el 14% del volumen total recibe algún tratamiento, en muchos casos en lagunas de oxidación obsoletas.

Por otra parte, respecto a la ineficiencia de los sistemas de suministro y recogida, en los países en vías de desarrollo, casi la mitad del agua potable suministrada se pierde por filtraciones, falta de mantenimiento y conexiones ilícitas, lo cual aumenta la vulnerabilidad frente al acceso a este recurso (González, 2006).

Este cuadro lamentable hiere el derecho humano a un nivel adecuado de vida cuando se cumple el derecho a la salud, originalmente reconocido en 1946 por la Organización Mundial de la Salud. En 1948 la Declaración Universal de los Derechos Humanos declaró, entre otros, el “derecho a la vida”, el “derecho a la educación” y el “derecho al trabajo”. En 1966 se avanzó en el Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales con el reconocimiento entre varios otros del “derecho a la seguridad social”, y “el derecho a un nivel de vida adecuado” que incluye alimentación, vestido y vivienda (www.jornada.unam.mx).

El bajo acceso a agua limpia y a saneamiento adecuado es parte del abismo que separa a las personas que llevan una vida sana y productiva, de las que no consiguen producir suficientes alimentos para su consumo así como obtener los ingresos necesarios, resistir enfermedades que ponen en peligro su vida y mandar a sus hijos a la escuela. Pero los que tienen y los que carecen forman parte del mismo tejido mundial. Las consecuencias de grandes problemas internacionales, como la guerra y la propagación del VIH/SIDA, se pueden agravar debido al deficiente acceso al agua y al saneamiento.

2.6. Cambio climático y recursos hídricos

El último documento técnico sobre Cambio Climático y Agua del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), publicado en 2008, prevé que **la temperatura media del planeta ascenderá entre 1,8 y 4 °C para el año 2100** (tomando como referencia la temperatura media del periodo 1980-2000). Además, el nivel del mar subirá entre 18 y 59 centímetros, y aumentarán los fenómenos meteorológicos extremos, como sequías e inundaciones.

“El calentamiento observado durante varias décadas ha sido vinculado a cambios experimentados por el ciclo hidrológico en gran escala. En particular: aumento del contenido de vapor de agua en la atmósfera; variación de las características, intensidad y valores extremos de la precipitación; disminución de la capa de nieve y fusión generalizada del hielo; y cambios en la humedad del suelo y en la escorrentía” (IPCC, 2008).

En la Figura 08 se pueden ver dos gráficas: la primera relaciona los más frecuentes tipos de desastres naturales relacionados con el agua, donde las inundaciones corresponden a un 50% del total, seguidas de las epidemias, con el 28%; la segunda gráfica, expresa en porcentaje como esos desastres afectan a cada uno de los continentes. **Los continentes asiático y africano son los que más sufren incidencia de los desastres y seguramente donde los efectos son los más asoladores, por su enorme población y por sus condiciones de vida.**

Según la previsiones, **los cambios de las precipitaciones pueden sufrir una variabilidad espacial y de intensidad considerable.** Durante el siglo XX, las precipitaciones han aumentado en mayor medida en extensiones terrestres y en latitudes septentrionales altas, y han disminuido entre los 10°S y los 30°N a partir de los años 70. En la mayoría de las áreas, la frecuencia de fenómenos de precipitación intensa ha aumentado.

La superficie mundial de tierra clasificada como muy seca se ha duplicado con aumentos desde los años 70. Ha habido disminuciones importantes de la cantidad de agua almacenada en los glaciares de montaña y en la cubierta de nieve del Hemisferio Norte. Se han observado variaciones en la amplitud y cronología de las crecidas en los ríos alimentados por glaciares o por el deshielo de nieve, y en fenómenos relacionados con el hielo en ríos y lagos (nivel de confianza alto) (IPCC, 2008).

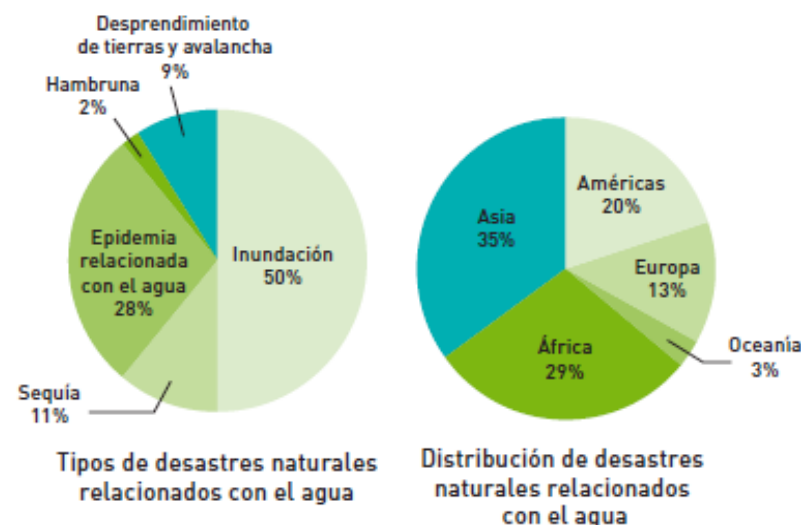


Figura 08: Tipos y distribución de desastres naturales relacionados con el agua, 1990 - 2001
Fuente: ONU, 2003

Se ha avanzado notablemente en la comprensión de la naturaleza del agua y de su interacción con el entorno biótico y abiótico. Actualmente hay mejores estimaciones sobre los efectos del cambio climático en los recursos hídricos, aunque la incertidumbre es alta. **Las presiones sobre el**

sistema hidrológico continental aumentan al ritmo del crecimiento demográfico y del desarrollo económico y se plantean graves retos frente a la falta progresiva de agua y a su contaminación.

El efecto preciso que el cambio climático produce sobre los recursos hídricos es muy complejo y aún incierto. Según estudios del IPCC (IPCC, 2008), las precipitaciones aumentarán probablemente desde las latitudes 30°N y 30°S, pero muchas regiones tropicales y subtropicales recibirán posiblemente una cantidad de lluvia inferior y más irregular. **Con una tendencia hacia condiciones meteorológicas extremas más frecuentes, es probable que las inundaciones, sequías, avalanchas de lodo, tifones y ciclones aumenten.** Hay grandes posibilidades de que disminuyan los caudales de los ríos en períodos de baja precipitación y la calidad del agua empeorará debido al aumento de las cargas contaminantes y de la temperatura del agua.

“Las estimaciones recientes sugieren que el cambio climático será responsable de alrededor del 20% del incremento de la escasez global de agua”. (ONU, 2003).

3. La gestión sostenible del agua

Prácticamente hoy todo el mundo habla de la necesidad de hacer un uso sostenible de los recursos naturales y en las regiones semiáridas esto ocurre de modo especial cuando se trata del agua. **“Entretanto, el concepto de sostenibilidad puede definirse o aplicarse de formas muy diversas, según se ponga el énfasis en una de sus dimensiones”** (Madurga, 2005). Pero lo que suele ser común en todas las definiciones de la sostenibilidad es que ésta es **multidimensional**, y que **sus diferentes aspectos se interaccionan íntimamente**. Muchos investigadores suelen distinguir tres dimensiones o aspectos en la sostenibilidad: el físico o ecológico, el económico y el social (Madurga, 2005).

3.1. Los diferentes aspectos de la sostenibilidad

El agua, así como todo el ecosistema natural, ya no debe más ser considerado como un simple servicio que la naturaleza presta al hombre, sino como un **elemento dinámico, que hace parte de un complejo sistema que permite toda la existencia de la vida, incluyendo la vida humana**. La **visión sistémica y holística** hoy tienden a permear todas las áreas del conocimiento humano y, la crisis ambiental, que ya se manifiesta visiblemente con las evidencias del cambio climático, trae a la superficie de las discusiones políticas la necesidad de poner esta visión del conocimiento en práctica.

La gestión del agua –considerada hasta fines del pasado milenio desde el prisma de sus prestaciones a los sistemas productivos, especialmente al regadío, a la producción hidroeléctrica y las prestaciones industriales-, **se ve hoy mejorada por la introducción del aspecto ecológico, por su valor social y por la calidad como factores limitantes** (FNCA, 2004). La nueva visión de una gestión sostenible de los recursos hídricos engloba los múltiples aspectos de la vida humana y sus relaciones con el medio, para que todas las acciones se integren, complementen y caminen para un

objetivo común: **una buena calidad de vida en el presente que garantice también una calidad de vida para las generaciones futuras.**

Mediante el conocimiento de que el agua tiene influencia directa en prácticamente toda forma de vida que pueda existir en la Tierra y que posee un ciclo que interacciona con diversos otros elementos, se puede llegar a una gestión que considere esta dinámica. No se puede gestionar de forma sostenible al agua sin considerar los nutrientes o contaminantes que pueda arrastrar, ni siquiera se puede ignorar la importancia que tiene para la generación de recursos financieros para las comunidades rurales. En la gestión sostenible del agua, según Duque (2008), se debe considerar una serie de factores tales como:

- **Económico:** según Savenije (1998), “la sostenibilidad económica se refiere a la eficiencia del sistema. Si todos los costos y beneficios sociales son calculados de manera apropiada, y los ciclos son cerrados, entonces la sostenibilidad económica implica una reducción de las escalas y un acortamiento de los ciclos antropogénicos”. Cerrar estos ciclos generados por el hombre implica que los recursos son transportados nuevamente a su origen, y esto tiene un coste energético y financiero. El acortamiento de estos ciclos en el espacio significa disminuir las distancias, los transportes, aprovechar la energía potencial existente, en fin, aprovechar al máximo los recursos más cercano de donde estos son producidos con el mínimo de energía aplicada para eso.

Esta eficiencia va a favorecer la realización de actividades que permitan resultados económicos suficientes para suplir las necesidades materiales y culturales de las comunidades que las ejercen, de tal forma que no sea necesario sacrificar su salud física o mental, ni deshacerse de su patrimonio material;

- **Medioambiental:** cuando se habla del aspecto medioambiental de la gestión sostenible del agua, se habla primordialmente de cerrar los ciclos de los recursos y considerar los ciclos en su totalidad (el ciclo del agua y de los nutrientes). En agricultura esto significa principalmente cerrar el ciclo del agua y de los nutrientes, de tal forma a prevenir la acumulación o el agotamiento de los recursos de la tierra y el agua.

El agotamiento de los recursos provoca una reacción en cadena en el sistema natural: el agotamiento de los nutrientes lleva a la pérdida de la fertilidad del suelo, la disminución de la capacidad del suelo de retener agua, disminución de la capacidad de carga, la pérdida de las capas superiores del suelo, culminando en la erosión (Savenije, 1998). Con la escasez del agua puede ocurrir la acumulación de los nutrientes, que lleva a la eutrofización y polución por las concentraciones alteradas. Cerrar los ciclos significa reestablecer el equilibrio dinámico, en las escalas espaciales y temporales adecuadas.

Es necesario implementar un buen manejo de los recursos naturales, que permitan el mantenimiento de las condiciones medioambientales y de producción a largo plazo, o sea, mantener una convivencia equilibrada entre las necesidades humanas y los biosistemas naturales;

- **Socio-cultural:** la sostenibilidad social, dentro de la gestión del agua, implica la generación de un ambiente de vida social favorable al fortalecimiento de los lazos sociales, a la calidad de las relaciones entre géneros y generaciones y a la creación de oportunidades para la población activa. Todo eso suponiendo una permanencia en el semiárido de una población que interactúa con el medio ambiente, cuidando su biodiversidad y manteniendo la dignidad de la gente.

En este aspecto de la sostenibilidad, es esencial la existencia de un trabajo de educación y participación. La educación desempeña, también, un papel importante en la capacitación de las personas para resolver los problemas relacionados con la pobreza, la salud, el medio ambiente o el agua que les atañen directamente. Las personas que cuentan con una educación básica, no sólo tienen acceso a más conocimientos sobre buenas prácticas hídricas, el uso eficiente del agua y la higiene, sino que también disponen de la capacidad necesaria para considerar alternativas, tomar decisiones y disfrutar de una vida mejor, o sea, ser protagonistas de su propia victoria y tener voz para expresarse en el grupo social al cual pertenece.

Los tres aspectos de la sostenibilidad, descritos por Duque (2008), se puede considerar como una síntesis de los diversos ámbitos que una gestión sostenible del agua engloba. Además de estos tres, yo añadiría otros dos factores, esenciales para que se logre una gestión sostenible del recurso hídrico, factores siempre presentes en los informes de la ONU y destacados también por Lennartsson *et al.* (2009): el aspecto político-institucional y el tecnológico (Figura 09).

- **Político-institucional:** para los gobiernos, afrontar de forma efectiva los numerosos aspectos conexos que afectan al agua y generar políticas que traigan soluciones para el contexto de forma integral, es una tarea realmente difícil.

Según la ONU (2006), “*esto no sólo es complicado en materia de colaboración entre los departamentos de los gobiernos nacionales, sino también en aquellas ocasiones en que las decisiones de gestión se deben tomar a niveles inferiores, ya que, en el mejor de los casos, la relación y la cooperación entre los diferentes niveles gubernamentales son mínimas*”. Además, el desafío que para las instituciones gubernamentales supone asociarse con las ONG y con el sector privado para resolver

determinados problemas relacionados con el agua hace un más complejo la gestión y la toma de decisiones.

“En muchos países en vías de desarrollo, el sector hídrico y sus instituciones sufren de fragmentación, marginalización y de capacidades reducidas. Lamentablemente, es habitual que los departamentos y ministerios del agua estén marginados de los asuntos políticos generales de un país” (ONU, 2006).

Entretanto, es de extrema importancia, para una gestión más sostenible de los recurso hídricos, que las políticas establecidas engloben los diferentes actores y problemáticas que tiene influencias sobre estos recursos, y funcionen como un motor para el desarrollo de las acciones propuestas verticalmente y horizontalmente.

- **Tecnológico:** las tecnologías por si mismas, como herramientas para facilitar y mejorar la vida de la sociedad, no pueden ser una solución efectiva si no está integrada a los demás aspectos. Para que la convivencia con el semiárido sea económicamente sostenible, las tecnologías empleadas deben primar por un bajo coste y una fácil asimilación por la población local, de tal manera de favorecer su réplica por la región. Bajo el punto de vista medioambiental, estas mismas tecnologías deben adecuarse al medio natural, con el menor impacto ambiental posible, ayudando a recuperar la degradación existente en lugar de contaminar. Y, por fin, bajo la óptica social, la tecnología debe hacer parte de un proceso pedagógico y político, involucrando a la población local en una participación activa, para que se apropien de la tecnología a fin de obtener una independencia para actuar por si misma (Duque, 2008).

En realidad, Lennartsson *et al.* (2009) llega a hablar de siete subsistemas de la vida social humana que influyen en sistema de agua y saneamiento y su gestión. **Los subsistemas que se relacionan entre si y con el sistema**

de agua y saneamiento son los sistemas social, político, institucional, de salud, educacional, económico y de infraestructura. Todos estos englobados por el gran sistema medioambiental. En la graficación aquí presentada, se ha incorporado los sistemas de salud y educación en el aspecto socio-cultural, el sistema institucional en el aspecto político, y se ha considerado el sistema de infraestructura como el aspecto tecnológico.

El autor dice que para que la gestión de los recursos hídricos lleve a la sostenibilidad, el sistema gestionado debe **“proteger y promover la salud humana, no contribuir a la degradación medioambiental o depredación de los recursos naturales, y ser técnicamente y institucionalmente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptado y asimilado”** (Lennartsson *et al.*, 2009).



Figura 09: Aspectos a integrarse para una Gestión Sostenible del Agua
Fuente: producción propia

3.2. Las clasificaciones del agua

Así como la consideración de los diferentes aspectos de la vida humana, todas las fases del ciclo hidrológico natural y antropogénico también deben ser considerados en esta gestión. Principalmente en ambientes donde el agua es tan escasa y necesaria, como el semiárido brasileño, se debe buscar una mejor forma de aprovechar este recurso tan valioso en todas las etapas de su ciclo. Reducir el consumo y los desperdicios y maximizar los beneficios de cada litro o gota de agua necesariamente tienen que estar en pauta para una gestión sostenible del agua.

La clasificación y el manejo de las aguas según sus características de calidad, origen y destino, ha sido una metodología intensamente utilizada en busca de una gestión sostenible del recurso hídrico. En el medio natural las aguas no se encuentran en iguales calidades en todos los lados, diferentes formas de vida se manifiestan en aguas de diferentes características. Así, también **el uso que los seres humanos damos al agua debe adecuarse tanto a nuestras necesidades, como a las diferentes características que esta agua puede presentar**. Si no todos los usos humanos exigen un agua potable, es un gran desperdicio de energía potabilizar toda el agua que utilizamos. Hay básicamente dos grandes grupos de clasificación del agua, que podemos llamar de **aguas de captación** (aguas dulces que encontramos naturalmente disponibles en el medioambiente para el uso humano, en forma de aguas superficiales, subterráneas o pluviales) y **aguas de recolección o aguas residuales** (diferentes calidades del agua después del uso humano).

A) Las aguas de captación:

Agua azul - denominación que se da a las **aguas superficiales y subterráneas**. El agua azul puede tener una serie de tonos, que representan los diferentes niveles de calidad, que van desde el muy claro del agua potable hasta el muy oscuro, de acuerdo a los niveles de contaminación. De todas formas, cada vez más esas aguas se consideran como un recurso que,

previo tratamiento, es reutilizable.

Agua verde – denominación con la que se designa al agua que, **procedente de las precipitaciones**, tiene uso directos por las plantas, es la que queda empapando el suelo; se llama también agua del suelo o agua de la zona no saturada. Esta agua es la que permite la existencia de la mayor parte de la vegetación natural o cultivada (Madurga, 2005). Este agua vuelve a evaporarse directamente desde el suelo o por la transpiración de la vegetación. **El agua verde sólo recientemente ha comenzado a ser considerada de modo cuantitativo en los estudios de recursos hídricos. Su medición hidrológica y su valoración económica son complejas**. El análisis del papel del agua verde ha conducido al concepto del **agua virtual** (llamada por Savenije, 1998, de **agua ultravioleta**, ya que es invisible a los ojos), que es el agua necesaria para producir un bien o un servicio (anteriormente explicado en el apartado 2.5. de este trabajo).

Agua blanca - es la **parte de la lluvia que vuelve directamente a la atmósfera a través de la evaporación, cuando encuentra un suelo desnudo** (Savenije, 1998). Algunos autores consideran el agua blanca como parte del agua verde, pero, según Savenije (1998), el agua verde tiene un uso productivo y el agua blanca no lo tiene. Estas dos conforman el componente vertical del ciclo hidrológico, y el agua azul es el componente horizontal. Por otro lado, el autor dice también que **el término agua blanca puede ser utilizado para describir el agua de lluvia interceptada para el uso humano**, como la que es capturada en los pozos de agua y en cisternas, por el agua que escurre en las cubiertas.

En general, el uso del agua verde aún no es cuantificado en la mayor parte de los análisis del uso del agua en la agricultura. Así, los documentos de la FAO por ejemplo (FAO, 2004) cuando se refiere a los recursos hídricos renovables de un país sólo se refiere al agua azul, aun cuando en el país en cuestión la mayor parte de las cosechas no procedan del regadío (Madurga, 2005). Algunos autores hablan también de otros colores del agua, como

Shamir (2000) apud (Madurga, 2005), que habla también de las aguas que tienen un color amarillo dorado. Estas serían aguas con alta salinidad o componentes tóxicos que, mediante procedimientos físico-químicos, pueden ser transformadas en aguas potables o aptas para la agricultura.

B) Las aguas de recolección:

Agua gris - las aguas grises, generalmente provenientes del uso doméstico, tienen como características el bajo contenido de patógenos y bajas concentraciones de nitrógeno y fósforo (en comparación con las aguas negras), pero un alto contenido de potasio, pueden contener coliformes fecales, sólidos, grasas y nutrientes (ver la tabla 02). Suelen tener una rápida descomposición, lo que genera malos olores y no deben ser reutilizadas directamente sin antes pasar por un sistema de tratamiento adecuado (aunque no muy complejo) para su reuso. Este tipo de agua proviene del uso de las picas, duchas, lavarropas y lavavajillas. Por sus características, tienen un alto potencial para el reuso para fines que no exigen agua potable.

Agua negra - también llamada de agua cloacal, tiene un alto contenido de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y patógenos, pero con bajas concentraciones de potasio (ver la tabla 02). Proviene de los váteres, y se constituye básicamente de la mezcla de agua con heces y orina. Tiene un alto poder de contaminación y su tratamiento y reuso exige sistemas de control rigurosos.

Tabla 02: Cargas de nutrientes en los tres principales componentes del agua residual doméstica
Fuente: ECODESS, 2009

Producto	Volumen producido (l/persona. año)	Características microbiológicas	Nutrientes		
			N (%)	P (%)	K (%)
Orina	300-500	Bajo contenido de patógenos. Mayor contenido de hormonas y restos de medicamentos.	87	50	54
Heces	30-50	Alto contenido de patógenos.	10	40	12
Aguas Negras	7,500 – 30,000	Alto contenido de patógenos.	5	15	10
Aguas Grises	15,000 - 30,000	Bajo contenido de patógenos provenientes de ropas, duchas y pañales contaminados con materia fecal.	3	10	34
		TOTAL: kg /persona. año	4-5	0,75	1,8

Agua amarilla - el agua amarilla, no considerada en muchas literaturas, puede ser de dos tipos: concentrada (solo orina) o diluida (orina y agua). Proviene de sistemas sanitarios que hacen la separación de la orina como orinales y váteres con separación. Tiene como características un contenido de patógenos mediano, más bajo que de las aguas negras y más alto que de las grises, un alto contenido de hormonas y elementos de medicamentos (encontrados en mayor cantidad en la orina de las poblaciones con mayor poder económico), un ph muy alto (principalmente en la orina concentrada) y las más altas tasas de nitrógeno, fósforo y potasio (ver la tabla 02). Estas características tornan el agua amarilla muy propicia para el reuso en la agricultura, por sus altos valores nutricionales, ayudando en el cierre del ciclo de otros elementos (N, P, K).

Agua regenerada - es el agua proveniente de los tratamientos y que puede ser reutilizada para diferentes fines, de acuerdo a las características microbiológicas y químicas que presenten.

Comparando las diferentes aguas residuales o de recolección, es perceptible que el agua que exige un tratamiento más riguroso y, por lo tanto, también más dispendioso en términos energéticos y financieros, es el agua negra. La mezcla de las heces humanas con el agua genera un ambiente perfecto para la proliferación de microorganismos patógenos. Así que **la mezcla de esta agua negra, altamente contaminada, con las demás aguas residuales, aumenta los costes del tratamiento y reduce las posibilidades de la reutilización.**

En Brasil, según investigaciones desarrolladas por la Universidad de São Paulo (USP), (May, 2009) **las aguas utilizadas en váteres, que se convierten en aguas negras, corresponden al 29% del total del agua consumida en una vivienda urbana**. Eso significa que el 29% del agua que utilizamos se queda con altos niveles de contaminación directa. Considerando que en prácticamente todas las viviendas brasileras las aguas residuales son recolectadas en un mismo sistema, el 100% de estas contienen altos niveles de contaminación de diversos tipos (enfermedades, medicamentos, químicos).

La recolección separada de las distintas aguas, con su debido tratamiento, favorece el ciclo del agua natural y antropogénico, así como el ciclo de otros elementos. La Figura 10 ilustra de forma simplificada como se da el ciclo antropogénico del agua y la interacción de los diferentes tipos de agua de captación y recolección.

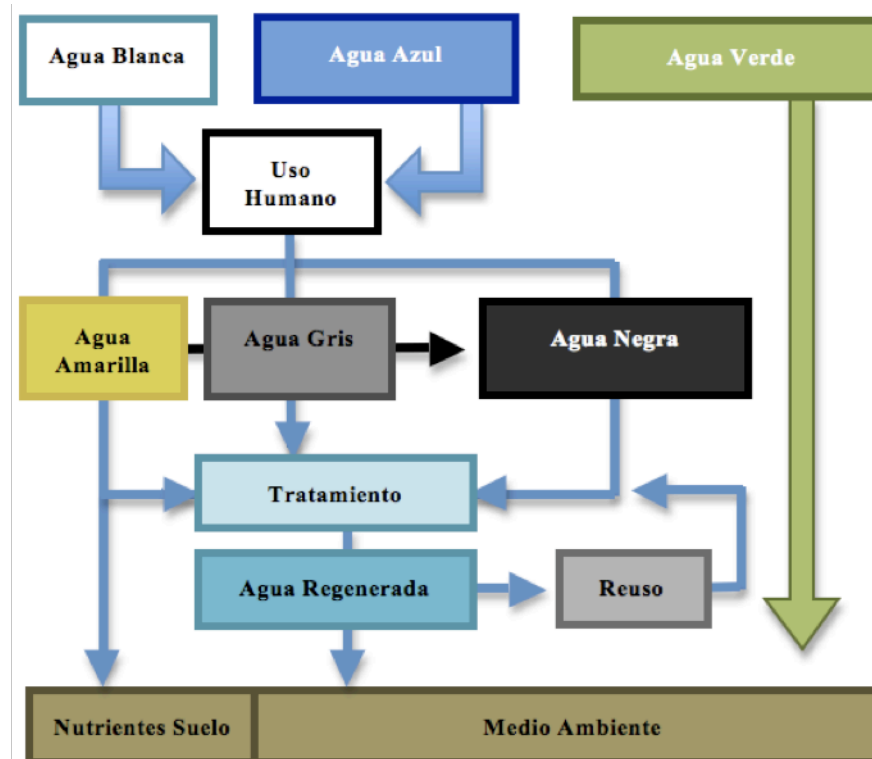


Figura 10: Interacción de las aguas de captación y recolección en el ciclo hidrológico antropogénico.

Fuente: Producción propia

4. Contextualización regional: El semiárido brasileño

4.1. Geo-político

La política de Brasil ocurre en un marco de una República Democrática Representativa Presidencial Federal, por lo cual el presidente de Brasil es tanto jefe de Estado como la cabeza del gobierno, y de un sistema multipartidario pluriforme. El poder ejecutivo es ejercido por el gobierno. El poder legislativo es concedido tanto en el gobierno como en las dos cámaras del Congreso Nacional. La Judicatura es independiente del ejecutivo y la legislatura.

Brasil se divide políticamente en 26 Estados (el equivalente a las Provincias españolas) **y un Distrito Federal, reunidos en 5 regiones: Sur, Sureste, Centro-Oeste, Norte y Noreste** (Figura 11). Es un país de leyes unificadas, aún que hayan leyes menores específicas de cada Estado y también de cada municipio.

El semiárido brasileño se localiza casi por completo en la región Noreste del país, presente en todos sus Estados, con excepción del Estado de Maranhão. En algunos, como es el caso de Rio Grande do Norte (RN), el semiárido comprende casi toda su extensión (Figura 12).

El semiárido brasileño, con sus límites expresos en la Figura 12, con 976.743,3 Km², comprende 1132 distritos, totalizando 1.130.790 km² de superficie (equivalente a la suma de los territorios da Alemania y Francia), lo que **corresponde a aproximadamente 11% del territorio nacional**. En el año 2000, habitaban esta área **22 millones de personas** (12,2% de la población brasileña), constituyéndose en **una de las regiones semiáridas con más elevada densidad del planeta** (MMA, 2009). Comprende parte de los Estados de Minas Gerais, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará y Piauí.



Figura 11: Mapa de división política de Brasil
Fuente: <http://2.bp.blogspot.com>

Como también ocurre en las demás regiones del país, el Noreste no tiene una administración política unificada. Entretanto, órganos e instituciones gubernamentales o no, a fin de facilitar y mejorar la calidad de su gestión, suelen subdividirse por regiones o por biomas, cuando se trata de políticas de gestión ambiental, por ejemplo. **Además el Gobierno Federal tiene algunos programas y fondos destinados al Noreste, más específicamente a las zonas semiáridas, que sufren con las largas sequías y con el proceso de desertificación que se ha extendido por la región.**

Algunos de los órganos, instituciones y fondos supracitados son: Fondo Constitucional de Financiación del Noreste (FNE), Agencia de Desarrollo del Noreste (Adene), Departamento Nacional de Obras Contra las Sequías (Dnocs), Instituto Nacional del Semiárido (Iesa), Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria del Semiárido (Embrapa – Semiárido), Banco del Noreste.

4.2. Ambiental (clima, geología, aguas subterráneas)

El Bioma local es la Caatinga, que se caracteriza por una flora arbustiva desértica y xerófila, y bosque espinoso, básicamente de árboles espinosos y pequeños, caducifolios, cactus, plantas de gruesa corteza, arbustos espinosos, y pastos adaptados a la aridez. Muchas plantas anuales crecen, florecen, y mueren durante la corta estación lluviosa.

El área total de este ecosistema tiene al rededor de 800.000 km². Los estados que la componen son: Bahia, Piauí, Maranhão, Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Paraíba y una parte del norte de Minas Gerais. **Su clima es caliente durante el día y fresco por la noche.** La temperatura media anual está entre 24 y 26 Grados Celsius. **El suelo en su gran parte está formado por piedras o arena.** La vegetación es baja en las tierras más secas mientras en los sitios de mayor humedad crecen árboles de medio a gran porte. Son pocos los mamíferos

encontrados, 120 especies en total; 695 aves; 17 anfibios; 44 reptiles; 185 peces; y una gran cantidad de invertebrados. El número de especies vegetativas se encuentra entre 1200 y 2000, donde el 30% son endémicas.



Figura 12: Límites del Semiárido brasileño.
Fuente: ANA, 2006.

Estas áreas se caracterizan por largos períodos de sequías (8 meses) seguidos de cortos períodos altamente lluviosos (4 meses). Aunque cuente con lluvias abundantes en estos 4 meses, por las altas temperaturas, la mayor parte del agua se pierde por evaporación (por encima de 2000mm año), además de erosionar el suelo por la escasez vegetativa.

Además, la capacidad de retención del agua en los suelos rasos, arenoso o areno-arcilloso, pobres en materia orgánica y desprovistos de vegetación, es limitada, lo que sumado a la escasez de precipitación por un largo tiempo, torna los **ríos del semiárido temporarios**, agravando aún más las condiciones ambientales de la región. **El embasamiento local es predominantemente cristalino, con suelos generalmente rasos** (alrededor de 0,60 m), presentando baja capacidad de infiltración, alto flujo superficial y reducida drenaje natural, donde el agua sólo se almacena en las fracturas de las rocas recibiendo la denominación de acuífero fracturado o de fisura (Figura 13).

Tales fenómenos y características suelen producir daños ambientales, sociales y económicos de forma significativa (MMA, 2009). Así, **esa región hidrológica se caracteriza por sus aguas de alta concentración de sólidos disueltos totales, resultando en aguas salinas.**

La Resolución CONAMA nº 357 de 2005 clasifica como agua dulce aquella con menos de 500 mg/l y el Ministerio de la Salud, en la Portaria nº 36/1990, establece como **Valor Máximo de Potabilidad (VMP), 1000 mg/l de Sólidos Totales Disueltos**. Los pozos del semiárido en las zonas cristalinas en su mayoría **presentan valores de sólidos totales disueltos alrededor de 3.000 mg/l, lo que pone en riesgo la salud humana**. Con eso, la disponibilidad de agua anual por habitante para la mayoría de los estados del Nordeste se sitúa entre 1.320 y 1.781 m³/hab/año, por debajo del nivel establecido como razonable por las Naciones Unidas, que es de 2.000 m³/hab/año, de forma de no limitar el desarrollo (MMA, 2009).

La creciente degradación del bioma regional, la Caatinga, con la presencia de aguas subterráneas salinas, la escasez de agua superficial, el predominio

de suelos agrícolas generalmente rasos y la adversidad climática, las opciones de fuentes de subsistencia para la población, especialmente rural, se tornan muy limitadas.

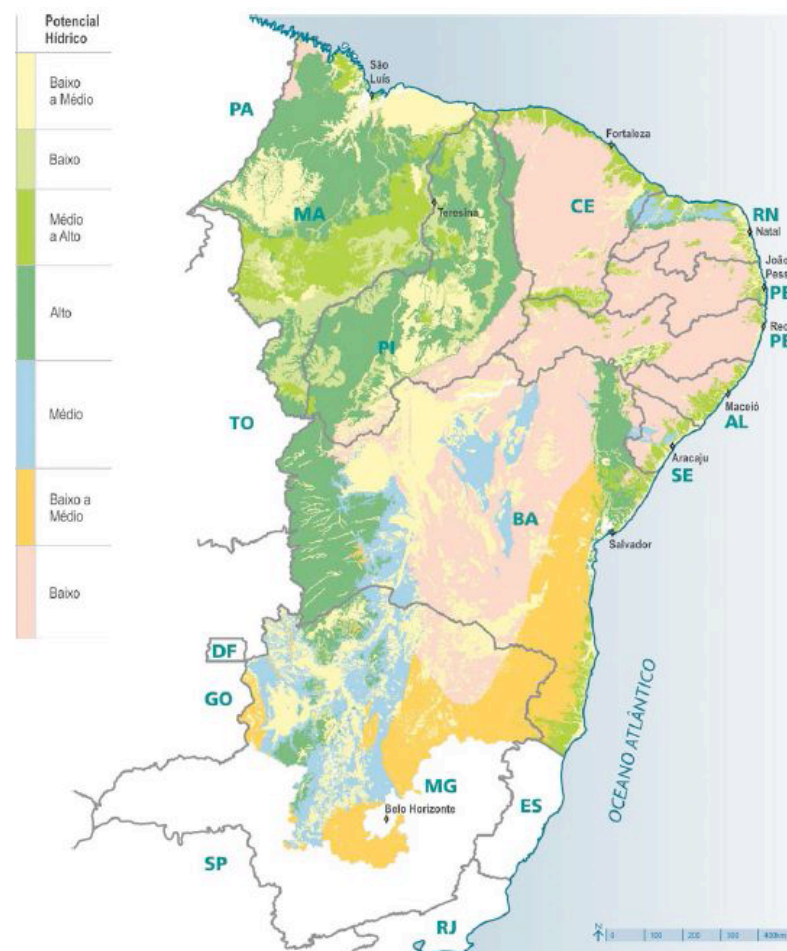


Figura 13: Distribución de los Sistemas acuíferos y su potencial hídrico en el Semiárido. Fuente: ANA, 2006.

4.3. Socio-Económico

La población del semiárido corresponde a aproximadamente el 36% del total poblacional del Nordeste brasileño. Es una región con tradición en la emigración como resultado de las largas y frecuentes sequías, de las bajas ventajas económicas y de la alta concentración de la posesión de la tierra (Bezerra, 2002). **La población rural del semiárido representa poco más del 50% de la población total, con 9,2 millones de habitantes, de los cuales más del 55% son considerados indigentes** según el “Mapa del Hambre” del IPEA (Instituto de Investigación Económica Aplicada).

La economía agrícola local se caracteriza por actividades pastoriles, predominando la creación extensiva de ganado bovino y de caprinos u ovinos, y la cultura de vegetales resistentes a la sequía. Aliadas a la **alta concentración de la posesión de la tierra** en la región, la mayor del país, las características aquí presentadas contribuyen al bajo desempeño de los indicadores sociales, como el **Índice de Desarrollo Humano (IDH).** **Entre los 10 valores más bajos de IDH de Brasil se encuentran los nueve Estados del Noreste** (PNUD, 2000). Más del 70% de los principales alimentos provienen de pequeñas propiedades agrícolas, que representan el 91% de las unidades de producción, aún que ocupen nada más que el 28% de las tierras productivas.

Tal configuración revela **una realidad económica fuertemente dependiente de una cultura de subsistencia, que a su vez es altamente vulnerable a los fenómenos de sequía.** Esta vulnerabilidad es potenciada aún más delante de la ausencia de excedentes productivos y económicos, de alternativas de fuente de renta y de la reducida integración en los mercados. Otro factor agravante de la calidad de vida en la zona semiárida de Brasil es la **precariedad de los servicios básicos de saneamiento.** El censo del año de 1991 registró que el 64% (24% más que la media nacional) no se conecta a la red pública de colecta o parte significativa del agua residual doméstica no sufre ningún tipo de tratamiento. La mayoría de los residuos son echados directamente en los cursos de agua o en el suelo

(Figura 14), contribuyendo con la contaminación ambiental y la proliferación de enfermedades (Bezerra, 2002).



Figura 14: Desecho usual de los residuos sólidos.
Fuente: Archivo de fotos del PAD Alagoas.

La educación en esta región es deficiente, con una **elevada tasa de analfabetismo que llegó al 26,6% en el año de 1999** (del total de la población con edad igual o superior a 15 años), mientras que en 2001, la misma tasa para todo el territorio nacional era de 12,4%, según los datos de la síntesis de indicadores sociales del IBGE de 2003 (www.ibge.gov.br).

Delante de este cuadro complejo de debilidades socio-económicas instaladas en el semiárido brasileño, **las sequías periódicas configuran catástrofes naturales que asumen dimensiones de calamidad pública por la crítica situación de pobreza en la que vive la gran parte de su población.** Especialmente las capas más pobre de la población rural, dependiente del cultivo de subsistencia, sin una infraestructura básica y sin servicios suficientes de salud y educación básicas; se encuentran totalmente vulnerables a los fenómenos de sequía, pasando a depender de ayuda de emergencia para su sobrevivencia (Fernandes, 2002).

5. Gestión del agua en el semiárido brasileño

Existen hoy una serie de organismos e instituciones dedicados al desarrollo de acciones que permiten una convivencia con el fenómeno de la sequía en el semiárido brasileño, de tal forma de generar ciclos sostenibles en los diversos ámbitos de la vida humana: político, institucional, social, cultural, económico y medioambiental.

La actual visión de las acciones gubernamentales se basa en el concepto del desarrollo sostenible, sobre los pilares de la idea de la “convivencia con la sequía”. El desarrollo sostenible tiene por principio el crecimiento económico en equilibrio con la salud medioambiental, un punto de encuentro entre los ecologistas y los partidarios del desarrollo económico (Dresner, 2009).

La región semiárida brasileña pone grandes desafíos para el desarrollo sostenible tales como sus características climáticas, geológicas y vegetativas, pero, seguramente de un impacto mucho mayor ha sido la aplicación políticas basadas, por un lado en los principios de la revolución verde y el incentivo al agro-negocio, y por otro lado, en el asistencialismo a los campesinos pobres. **El paradigma de esta visión política era el de la “lucha contra la sequía”,** con la construcción de grandes presas de agua, distribuida por los camiones “pipa” para el consumo directo y para el riego, generando un amplio proceso de dependencia y agotando los recursos hídricos (Duque, 2008).

El nuevo paradigma de la “convivencia con la sequía”, según la “Articulación del Semiárido” (ASA) busca **rescatar el saber popular, involucrar la población local en un proceso participativo y democrático, diversificar las actividades, usar los principios de la agroecología y aprovechar el potencial natural** para la generación de reservas de agua (Duque, 2008).

5.1. Reseña histórica

El pensamiento en todo Brasil, construido durante siglos, es de que el problema de la pobreza extendida por todo el semiárido brasileño reside en el fenómeno de las sequías. Seguramente, la irregularidad de las lluvias es uno de los factores a ser enfrentado, así como tantos otros fenómenos extremos presentes en muchos países del mundo. Entretanto, como se puede observar, muchos grupos humanos han sabido adaptarse a las condiciones locales, y han podido vivir bien, no siempre con enorme abundancia, pero con lo suficiente para una vida digna y próspera.

Bajo esta óptica, queda claro que **la clave del problema y de la solución reside en la manera como se interpreta los diversos factores que componen la problemática y de cómo la sociedad se porta delante de lo que se puede leer.** La postura sociopolítica de dicha sociedad va a reflejar su visión del contexto en el cual se inserta y determinar si las soluciones encontradas generarán o no una convivencia sostenible con el medio.

La sequía como fenómeno social comienza a tener importancia en el semiárido brasileño con el crecimiento poblacional por la colonización portuguesa en el siglo XVI. “No obstante fue la gran sequía de 1877 a 1879 la que marcó el periodo de transición entre el problema privado y el problema público” (Gamboa, 2009). En este periodo se han muerto alrededor de medio millón de personas por la escasez de agua sólo en el Estado de Ceará. El fenómeno llegó a generar el éxodo de una gran población a los centros urbanos, principalmente a las capitales de estado (Gamboa, 2009).

La respuesta del Imperio de Don Pedro II fue la implementación de una política de almacenamiento de agua a través de la construcción de pequeñas presas (acción que sigue en la actualidad) y la creación de instituciones para administrar los recursos hidrológicos, especialmente a partir de permisos, que jugaron un papel decisivo en la territorialización de los riesgos, más que en la reducción de la vulnerabilidad (Gamboa, 2009).

Cuando la agricultura empezó a extenderse por el semiárido brasileño, estas áreas eran, en gran parte, ocupadas por enormes propiedades dedicadas a la ganadería, utilizándose de la caatinga (vegetación autóctona) para alimentar a los animales (Duque, 2008). Para alimentar a los trabajadores, se hacían pequeños cultivos en las mismas propiedades.

Pero en este bioma extremadamente frágil, caracterizado por la extrema irregularidad de las lluvias, alternando entre lluvias torrenciales que arrastran toda la materia orgánica de la superficie y generan erosiones, y largas sequías, con altísima tasa de evapotranspiración y evaporación de las aguas superficiales. La estrategia utilizada para salvar al ganado en las sequías era conducirlo a las zonas de sierras y pantanos, donde aún resistía alguna biomasa vegetal. Entretanto, en años de sequías más duraderas, se perdía parte del ganado que era vendido para comprar alimento para los demás o se moría de sed (Duque, 2008). Aún así la ganadería de gran porte se hacía más viable que la agricultura, predominando en la región.

En este contexto **la agricultura de subsistencia se desarrolló junto a las grandes propiedades de tierra, posibilitando la supervivencia de las familias trabajadoras, compuestas siempre de gente muy simple, esclavos e indígenas.** Las porciones de tierras abandonadas fueron ocupadas poco a poco, constituyendo **unidades de producción familiar con base en el policultivo y la creación de caprinos principalmente** (Duque, 2008). Estas unidades producían lo suficiente para alimentar las grandes familias y algún excedente para la generación de renta.

Entretanto, **a lo largo del tiempo ocurrió un proceso de fragmentación de estas unidades de producción familiar, con el crecimiento demográfico sumado a la división de las herencias.** Este proceso, tanto de aumento de la población, cuanto de fragmentación de las propiedades sigue hasta los días actuales, haciendo aumentar la presión sobre los recursos naturales. Se ha sobrecargado la vegetación autóctona de pasto, cuando se suma a las grandes propiedades ganaderas las muchas pequeñas propiedades. Se ha dejado de utilizar muchas de las prácticas que permitían el mantenimiento de los nutrientes del suelo, como los cultivos

diversificados y la rotación de cultivos (Duque, 2008). En este contexto, en lugar de buscar soluciones que beneficien a todos y trabajar juntos para mantener los recursos naturales siempre disponibles, se tiende a la búsqueda de soluciones individuales, dejando de lado la visión del problema colectivo.

En ambientes de fenómenos naturales extremos, como es el caso del semiárido brasileño, enfrentar los problemas y buscar las soluciones siempre resultan mejores respuestas cuando se ha hecho en conjunto. En las unidades de producción familiar, donde los miembros de las grandes familias trabajaban juntos para mantener una vida digna, se podía contar con una mano de obra suficiente para mantener un policultivo y diversas actividades en paralelo. Los nutrientes del suelo, el agua, la caatinga; todos los recursos eran manejados para un objetivo común. Sin embargo, eso no es suficiente para garantizar la sostenibilidad del sistema, pero, seguramente, es un factor esencial para que eso se dé.



Figura 15: Imagen de la escasez de recursos de las pequeñas propiedades de tierra en el semiárido brasileño.

Fuente: <http://einsteinjr.files.wordpress.com/2008/06/sertao.jpg>

En paralelo a la decadencia de las unidades de producción familiar, las grandes propiedades pasaban por la llamada “revolución verde”, que consistía en un modelo de desarrollo basado en la modernización de los sistemas de producción, una industrialización del sector agropecuario, con la implementación masiva de maquinarias, abonos, agrotóxicos, complementos químicos y financiación gubernamental (Figura 16). Este modelo se basa en el monocultivo de grandes extensiones y favorece la proliferación de plagas, el uso masivo de agrotóxicos para combatirlas, el uso de especies transgénicas, el riego de alto consumo de agua. Eso lleva a la producción de especies inadecuadas a las condiciones locales, elegidas por su simple valor comercial, que conllevan prácticas abusivas de los recursos naturales, culminando en la degradación del medio con los procesos de desertificación que se extienden hoy por el semiárido brasileño.



Figura 16: La “Revolución Verde”.

Fuente: www.blogspot.com

Este contexto de la producción agropecuaria de escala industrial hace agravar aún más la situación de miseria de los pequeños productores, que sufren con la degradación del medio intensificada por los “grandes”. Sólo cuentan con las ayudas de los programas de asistencia de emergencia, que intentan amenizar la situación social de esta población

marginal, pero que no va en la dirección de ninguna solución a medio y largo plazo y tampoco se preocupan del contexto medioambiental.

5.2. Las acciones implementadas

El semiárido brasileño, comparado a muchas otras regiones semiáridas del mundo, tiene una media pluviométrica anual bastante alta. La irregularidad de estas precipitaciones en conjunto con las altas tasas de evaporación y la baja capacidad de infiltración del agua en el suelo por los embasamientos cristalinos generan un cuadro medioambiental extremo. Las sequías son una secuencia de causas y efectos. Estos fenómenos pueden ser definidos de diferentes maneras, según Fernandes (2002): **sequías climatológicas** (que desencadena el proceso), **sequías edáficas** (efecto de la sequía climatológica), **sequías sociales** (efecto de la sequía edáfica) y **sequías hidrológicas** (efecto de la baja escorrentía superficial y alta evaporación).

Delante de esta secuencia de causas y efectos, las capas más pobres de la población rural se encuentran muy vulnerables a los fenómenos de sequía. Así que **las soluciones para las vulnerabilidades identificadas deben estar siempre asociadas a estos fenómenos, o sea, las actividades de los diversos ámbitos de la vida humana ahí desarrolladas deben mantener su dinamismo, independiente de la ocurrencia de éstas** (Fernandes, 2002). **Todas las actividades deben adaptarse a este contexto medioambiental y buscar soluciones que lleven a una mayor sostenibilidad.**

En el último siglo, las estrategias implementadas en la busca por mejores condiciones de vida de la población del semiárido no han sido suficientes para modificar el cuadro que aún podemos presenciar hoy, aunque algo de evolución se haya logrado. Según Fernandes (2002), estas acciones tuvieron diferentes enfoques: medioambiental, económico, tecnológico, de agricultura tradicional, infraestructura. Pero **recurrentemente se ha olvidado de que es el hombre, la población local, el agente de la transformación y cambios del medio.**

Diversos programas federales fueron implementados en el noreste brasileño para la **captación, almacenaje y uso del agua**. Algunos de simple remediación, otros de soluciones de emergencia, soluciones colectivas, soluciones particulares, y unos pocos programas realmente llegaron a generar una repercusión más positiva para los pequeños productores y para el medioambiente. Las acciones más implementadas en la región semiárida del país en las últimas dos décadas son:

Programa Cisternas – que consiste en la construcción de cisternas de almacenaje de agua pluvial captada por las cubiertas de las viviendas rurales. Esta acción empezó en 1979, por la EMBRAPA-Semiárido, y sigue hasta hoy, con el “Programa 1 Milhão de Cisternas” y por iniciativas de diferentes ONGs, que construyen cisternas de placas pre-moldadas de cemento, como la que se puede ver en la Figura 17, y orienta la población para la correcta potabilización y utilización de esta agua.



Figura 17: Cisterna de captación de agua pluvial.
Fuente: <http://www.fomezero.gov.br>

Presas Subterráneas – configura un tipo de un acuífero artificial para la reutilización de agua en el medio rural. Son como barreras formadas por paredes que van desde la capa impermeable o de roca hasta una altura por encima de la superficie del arroyo, de forma que en épocas de lluvias se forma un pequeño lago (Figuras 18 y 19). Es una técnica de bajo coste financiero, pero necesita de un soporte técnico especializado para la

evaluación de las condiciones geológicas y climáticas locales para su correcta implementación. Su gran ventaja en comparación con otros tipos de presas es que prácticamente no sufre pérdidas de agua por evaporación. Este agua tiene su principal uso en las actividades agrícolas, por lo tanto, debe ser construido junto a las áreas de riego.



Figura 18: Construcción de una presa subterránea.
Fuente: <http://2.bp.blogspot.com>

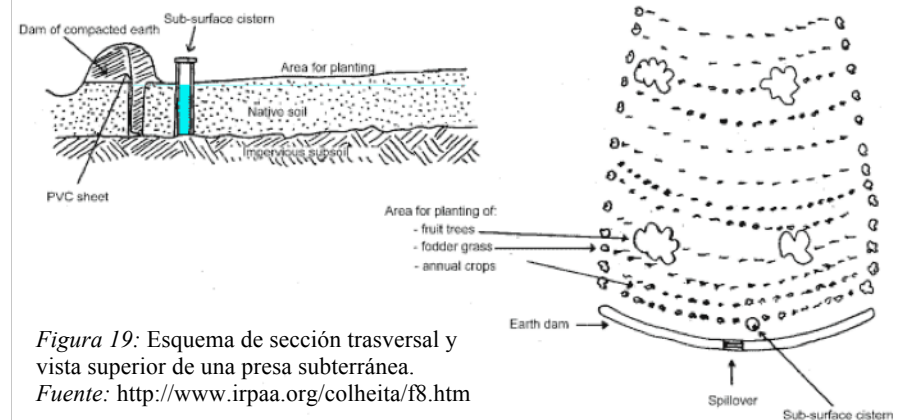


Figura 19: Esquema de sección trasversal y vista superior de una presa subterránea.
Fuente: <http://www.irpaa.org/colheita/f8.htm>

Presas superficiales de pequeño y medio tamaño – es una forma más de almacenar agua en el período de lluvias. Las pequeñas suelen tener una capacidad de almacenaje que varía entre 10.000m³ y 3000.000 m³, para proveer agua en los períodos secos. Ya las presas de tamaño mediano pueden llegar a tener capacidad de hasta 1 millón de m³, pudiendo soportar un largo período de sequía. Es un recurso utilizado principalmente para el abastecimiento humano de la población rural y de la población de pequeñas urbanizaciones, para el mantenimiento del ganado (Figura 20) y para la agricultura de subsistencia durante las sequías (Silans, 2002).



Figura 20: Construcción de una presa subterránea.
Fuente: Archivo de fotos del PAD Alagoas

Estas presas de pequeño tamaño pueden ser construidas de diferentes formas y sistematizadas para un aprovechamiento máximo del agua de lluvia. Se pueden distribuir a lo largo de estradas, aprovechando su baja capacidad de infiltración, y además evitando la acumulación de agua en estas estradas, como se puede ver en la Figura 21. También se las puede disponer encadenadas, es decir, distribuidas en diferentes niveles del terreno e interconectadas, de tal forma que cuando una primera presa se llena empieza a llenar la próxima conectada a esta.

Aunque constituya una forma de distribución espacial de los beneficios del agua para la pequeña escala de agricultores y comunidades, el gran número de pequeñas presas implementadas por todo el territorio provoca una gran

pérdida de agua por evaporación, pudiendo llegar, según Silans (2002), a totalizar un flujo de 50m³/s en todo el noreste. Además, se hace muy difícil el control de calidad del agua almacenada en estas pequeñas presas, que tienden a una eutrofización a lo largo del período seco.



Figura 21: Presa pequeña a lo largo de una estrada.
Fuente: http://www.sitecurupira.com.br/meio_ambiente/barraginha.htm

Camiones pipa – en épocas de sequía es muy común el abastecimiento de agua por camiones pipa a cada vivienda de las comunidades rurales del semiárido. Una acción de emergencia es hoy un patrón en la gestión del agua en esta región del país. En algunas regiones el agua suministrada es potable, recogida de fuentes de agua tratada de las ciudades cercanas, entretanto, en muchas regiones no hay un control de esta agua, pudiendo ser proveniente de pequeñas presas cercanas. Como generalmente las familias llenan las cisternas, en la segunda mitad del período seco, con esta agua de los camiones pipa, suele haber problemas de contaminación del agua de lluvia potabilizada.

Captación de agua de pozos – paralelamente a la construcción de pequeñas presas, la perforación de pozos constituye la solución más difundida para el abastecimiento de agua difuso en el semiárido (Silans, 2002). Se han implementado diversos programas federales, estatales y

municipales, además de acciones particulares para la perforación de pozos. Entretanto, con la constitución geológica de gran parte de la región, como ya se ha descrito en el apartado 4.2 de este trabajo, la gran parte de los pozos resultan en un bajo flujo de agua (generalmente hasta 2m³/h) y elevadas concentraciones de sales.

Desalinización: Programa Agua Doce - la situación de altas concentraciones de sales de la gran parte de los pozos perforados en el noreste brasileño llevó a la implementación de otras acciones del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y iniciativas estatales, a partir de los años 90, como el “Programa Agua Boa”. Este programa, que perseguía la implementación de sistemas de desalinización junto a los pozos de agua salina, fue sustituido por el “Programa Água Doce”. Eso se dio porque una enorme cantidad de equipamientos de desalinización por membranas de osmosis reversa ya instaladas estaban abandonadas por falta de mantenimiento, defectos o por falta de interés de la comunidad.

Así el nuevo programa fue iniciado, en 2004, para la recuperación de los equipamientos abandonados y para hacer una gestión participativa del sistema, involucrando y capacitando la población local.

Las acciones para la desalinización ha presentado buenos resultados de calidad de agua, gestión, participación ciudadana y de productividad de agua potable, en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de beber y cocinar de las comunidades beneficiadas.

A fin de una mejor visualización de las 5 diferentes acciones y sus principales características, la Tabla 03 busca ordenar y simplificar la información previamente presentada. Lo que se puede percibir es que hay más acciones de escala colectiva, a corto y medios plazos, que buscan el abastecimiento de agua no potable y de bajos costes financieros.

Tabla 03: Acciones implementadas para la gestión del agua en el semiárido brasileño
Fuente: producción propia

Acción	Escala			Plazo			Calidad del agua		Coste	
	colectiva	particular	unifamiliar	corto	medio	largo	potable	No potable	Bajo	Alto
Cisternas			X	X	X	X	X		X	
Pequeñas presas subterráneas	X	X			X	X		X	X	
Pequeñas presas superficiales	X	X		X	X			X	X	
Pozos	X	X		X	X			X		X
Desalinización	X			X	X	X	X			X
Camiones pipa	X			X			X	X	X	

Según Fernandes (2002), a lo largo de los años, la gran mayoría de los programas implementados en el semiárido brasileño, aún bajo la visión de la “lucha contra la sequía”, siguieron los siguientes patrones:

- **Acciones genéricas, desconociendo las diversidades y desigualdades de las diferentes unidades geoambientales.** En el noreste existen cerca de 172 unidades geoambientales diferentes, es decir, una gran diversidad de sistemas; el semiárido brasileño no presenta las mismas características en toda su extensión, sumadas a las diferencias culturales, políticas y de infraestructura. Acciones genéricas que difícilmente podrán presentar una buena eficiencia en los resultados.
- **Políticas sectoriales y desintegradas en el tiempo y en el espacio, dificultando la intersectorialidad.** Lo que se puede observar de años de acciones aisladas, implementadas geográficamente dispersas, no suelen presentar resultados que lleven a una transformación, los efectos se diluyen. La superposición de acciones es lo que va a generar una “masa crítica”, que conlleva al surgimiento espontáneo de otras acciones complementarias por parte de la misma comunidad beneficiada.
- **Acciones de corto plazo incompatibles con las de largo plazo.** La sostenibilidad se instala con una secuencia de acciones coherentes, que buscan un objetivo mayor en el horizonte. Las acciones de corto plazo nunca deben ir en contra de las de largo plazo.
- **Discontinuidad de las políticas, programas y proyectos.** Este es un cuadro bastante común en el país: una guerra entre las acciones propuestas por los sucesivos gobiernos. Por eso se hace necesario establecer planeamientos estratégicos que vayan más allá de las sucesiones gubernamentales, a fin de garantizar la continuidad de las acciones iniciadas y la implementación de nuevas acciones que complementen las anteriores.

- **Elaboración, ejecución y análisis de los programas o proyectos sin la participación activa de la población local.** Ese tipo de postura lleva al desperdicio de los recursos y energía investidos en las acciones. Si la población local no está involucrada en todo el proceso, será muy difícil que se apropie de la acción y dé continuidad a lo que se inició. Cuando se involucra a la gente desde el proceso de planeación de las acciones, la probabilidad de obtener buenos resultados aumenta muchísimo, ya que ellos son los que más conocen su realidad y sus necesidades.

Una gestión sostenible de los recursos hídricos está en pauta en prácticamente todos los países desarrollados y en vías de desarrollo, como Brasil, pero es necesario, antes de todo, comprender en que consiste esta sostenibilidad en el contexto considerado. Una misma solución técnica no sirve para todos los contextos existentes.

Algunos programas como el “Agua Doce” y el “Cisternas” buscan tanto soluciones inmediatas como soluciones de medio y largo plazo. Así como una gestión participativa de los recursos naturales para que se alcance una situación de mayor resiliencia con relación al manejo del agua en las comunidades rurales del semiárido brasileño.

6. Contextualización local: Comunidad Rural de Impueiras – Estrela de Alagoas-AL

La comunidad de Impueiras, en Estrela de Alagoas, fue elegida como ejemplo de estudio por su situación crítica, semejante a la de muchas otras comunidades. Entretanto, esta comunidad cuenta con algunas acciones de programas y políticas públicas para la erradicación de la pobreza y para la convivencia con el semiárido, como es el caso de los *Programas Água Doce* y *1 Milhão de Cisternas*, ambos del Gobierno Federal. Es una comunidad modelo del *Programa Água Doce*, que abraja una unidad productiva junto al sistema de desalinización y potabilización del agua.



Figura 22: Mapa de los principales municipios del Estado de Alagoas.
Fuente: MMA, 2009.

Con una visita a la comunidad rural de Impueiras, en el semiárido alagoano en el municipio de Estrela de Alagoas, se ha podido recolectar una serie de datos sociales, económicos y de infraestructura básica. Los datos obtenidos, referentes a 107 familias de una misma comunidad, comprueba muchas de las cifras e informaciones anteriormente citadas sobre la población rural del semiárido brasileño.

Estrela de Alagoas es un pequeño municipio de la microrregión de Palmeira dos Índios (Figura 22), con aproximadamente 16.700 habitantes. Localizado aproximadamente a 140Km al noroeste de Maceió, la capital de Alagoas. En esta zona la precipitación media anual es de 900 a 1100 mm.

6.1. Caracterización físico-territorial

La visita al lugar se hizo en el mes de agosto de este año. Se ha podido observar que **la comunidad se constituye de viviendas distribuidas de forma desigual en el territorio**, o sea, hay concentraciones en determinadas áreas y dispersión en otras. **Las viviendas se distribuyen a lo largo de las estradas de tierra compactada que van recortando todo el territorio**. Inicialmente fueron trazadas para se hacer posible el acceso a las grandes propiedades de tierras, y con el tiempo se fueron creando pequeñas ramificaciones para acceder también a las pequeñas propiedades que se fueron instaurando. Esta distribución se puede observar en la imagen de satélite (Figura 23).

Hay un área de mayor concentración poblacional, como una pequeña villa, donde se encuentra la iglesia con su plaza adelante, la escuela, la unidad de salud y los pequeños comercios y servicios (Figura 24). Una estructura bastante común en los inicios de las urbanizaciones.



Figura 23: Fotografía de satélite de parte de la comunidad de Impueiras.
Fuente: www.maps.google.com

Como se puede observar en la Tabla 04, el municipio de Estrela de Alagoas se constituye principalmente de zonas rurales, con el 77,5% de su población distribuída en los alrededores de la ciudad. **Actualmente, el municipio se encuentra en “Situación de emergencia” por su déficit hídrico, situación esta que viene desde el año 2006**, como se puede ver en la Tabla 05.



Figura 24: Fotografía de satélite de la “villa” de la comunidad de Impueiras.
Fuente: www.maps.google.com

Tabla 04: Población urbana y rural del semiárido alagoano.
Fuente: MMA, 2009.

Município	População total IBGE 2007	População urbana IBGE 2007	População rural IBGE 2007	%População rural IBGE 2007
Água Branca	19 316	5 365	13 951	72,2%
Arapiraca	202 398	163 708	38 690	19,1%
Batalha	16 247	11 347	4 900	30,2%
Belo Monte	7 238	1 197	6 041	83,5%
Cacimbinhas	9 843	5 216	4 627	47,0%
Canapi	17 793	5 081	12 712	71,4%
Carneiros	8 044	3 619	4 428	55,0%
Coité do Nôia	10 916	7 277	3 695	33,8%
Craibas	22 411	7 075	15 336	68,4%
Delmiro Gouveia	46 599	33 626	12 973	27,8%
Dois Riachos	10 885	4 826	6 059	55,7%
Estrela de Alagoas	16 694	3 753	12 941	77,5%
Girau do Ponciano	35 162	10 511	24 651	70,1%

Tabla 05: Municipios reconocidos por la defensa civil como en “situación de emergencia”.
Fuente: MMA, 2009.

MUNICIPIOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Água Branca	X	X	X	X	X	X	X
Batalha	X	X	X	X		X	X
Belo Monte	X	X	X	X			X
Cacimbinhas	X	X	X	X	X	X	X
Campo Grande	X	X					
Canapi	X	X	X	X	X	X	X
Carneiros	X	X	X		X	X	X
Coité do Nóia	X	X					
Craibas	X	X		X		X	X
Delmiro Gouveia	X		X		X	X	X
Dois Riachos	X		X		X	X	X
Estrela de Alagoas	X			X	X	X	X
Girau do Ponciano	X		X		X	X	X

6.2. Caracterización socio-económica

La situación social del municipio no es muy buena. **Entre los 38 municipios del semiárido alagoano, Estrela de Alagoas tiene el 12º peor índice de mortalidad infantil**, con 36,63 entre cada 1.000 nacidos vivos (Tabla 06), **y con el 12º peor índice de IDH**, con 0,545 según la Tabla 07 (índice inferior al de la Índia e igual a muchos países africanos), mientras que el IDH medio del Estado de Alagoas es de 0,649, y el de Brasil es de 0,813.

A través del Sistema de Información de Atención Básica de la Secretaría Municipal de Salud de Estrela de Alagoas, por datos catastrados en una ficha constantemente actualizada de cada una de las familias residentes en la comunidad rural de Impueiras, se ha podido obtener una serie de índices sociales para comprender mejor el perfil de la población local. Todos esos datos extraídos de las fichas catastrales de la Secretaría Municipal de Salud de Estrela de Alagoas se pueden observar en la Tabla 08. El modelo de la Ficha “A” y los datos depurados y se pueden encontrar en los Anexos 01 y 02.

Las familias tienen en media 3 miembros, con más del 75% de la población mayor de 15 años. Los niños menores de 7 años no llegan a 10% de la población. Esto significa que **es una población bastante mayor para los patrones brasileños**, donde la población de 0 a 19 años representa el 40% del total nacional. **Se puede intuir que la comunidad sufre de un proceso de emigración de la población joven para los centros urbanos, buscando por mejores oportunidades de estudio, trabajo y condiciones de vida, como suele ocurrir en todo el semiárido brasileño.**

En cuanto al género, **las mujeres representan el 54% del total poblacional**, y los hombres el 46%. De la población masculina adulta, solamente el 56% es alfabetizada, mientras que el mismo índice para las mujeres llega a los 68%. Eso porque, **en general, los hombres empiezan a trabajar en el campo muy jóvenes, mientras que las mujeres hasta adultas suelen ayudar más en los trabajos del hogar, pudiendo asistir más a la escuela.** Este es un patrón bastante común en las zonas rurales del país, pero que viene cambiando en las nuevas generaciones: **en esta comunidad el 73,64% de los niños y niñas son alfabetizados.**

Tabla 06: Índice de mortalidad infantil.

*nº de muertes a cada 1.000 nacidos vivos

Fuente: MMA, 2009.

Municipio	Mortalidade infantil*
Oliveira	85,56
Senador Rui Palmeira	47,62
Olho d'Água das Flores	45,11
Inhapi	44,39
Batalha	43,88
Carneiros	43,72
Craibas	40,27
Piranhas	39,05
Pariconha	38,96
São José da Tapera	37,57
Poço das Trincheiras	37,04
Estrela de Alagoas	36,63
Girau do Ponciano	32,17

Tabla 07: Valores de IDH municipales.

Fuente: MMA, 2009.

Municipio	IDH municipal
Traipu	0,479
Poço das Trincheiras	0,499
Canapi	0,507
Senador Rui Palmeira	0,507
Inhapi	0,515
Major Isidoro	0,524
São José da Tapera	0,529
Oliveira	0,534
Girau do Ponciano	0,535
Igaci	0,540
Olho d'Água do Casado	0,542
Estrela de Alagoas	0,545
Dois Riachos	0,547

El 66% de la **población adulta** (considerada en el formulario como los que tiene 15 años o más) trabaja, de los cuales el **85% se dedica a la agricultura**, principalmente a la agricultura de subsistencia, y el 15% a otras actividades. **El 18% de la población adulta está jubilada** (reflejando un gran porcentaje de gente mayor, ya que la media brasileña es del 9%) y el **15% es estudiante**.

Sobre el estado de salud de la población local, **la enfermedad más frecuente es la hipertensión arterial, afectando principalmente a las mujeres**.

Se puede intuir que la tasa del 10,43% de la comunidad afectada por esta enfermedad puede tener una estrecha relación con la alta ingestión de minerales provenientes del agua salina que por tanto tiempo fue consumida por esta gente.

Seguida de la hipertensión arterial (HA), la enfermedad más encontrada es la diabetes (DIA). Pero los datos de estado de salud de esta comunidad son pocos y no permiten un análisis más profundo de otras enfermedades de vinculación hídrica que, por las condiciones generales de la comunidad deben tener altos índices.

Tabla 08: Resumen de los índices sociales, económicos y de infraestructura de parte de la Comunidad de Impueiras
Fuente: Producción propia

RESULTADOS DE TOTALES DE LA FICHA "A" DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ATENCIÓN BÁSICA																					
SECRETARÍA MUNICIPAL DE SALUD – ESTRELA DE ALAGOAS / ÁREA 1 / MICROÁREA 1 / PSF I DE IMPUEIRAS (zona rural)																					
	TOTAL DE MIEMBROS	EDAD			SEXO		ALFABETIZ.		N° REPART. DE LA CASA	ELECTR.	SANEAMIENTO		TRANSPORTE			ENFERMEDAD.		OCUPACIÓN PROFESIONAL			
		ADULTO 15 O MÁS	JOVEN 8 - 14	NIÑO 0 - 7	HOM.	MUJ.	HOM.	MUJ.			FOSA	A CIELO ABIERTO	A PIÉS	COCHE	MOTOC.	N°	SIGLA	AGRI.	JUB.	ESTUDI.	OTRO
TOTAL	326	226	51	30	150	176	84	120	651	107	96	11	89	7	11	45	34-HA 9-DIA 3-EPI 3-DEF 1-DME	139	45	35	24
MEDIAS	3,04								6,08								10,42				
%		75,20	15,64	9,20	46,01	53,98	56	68,18		100	89,71	10,28	83,17	6,54	10,28	13,80		57	18	14	10
%							73,64											63,53			

6.3. Caracterización de los servicios e infraestructura

Las construcciones son en su gran parte de adobe o ladrillos (en muchos casos se pueden encontrar ambos materiales en una misma edificación), con puertas y ventanas de madera, así como una predominancia de estructuras en madera. En la Figura 25 se puede observar la simplicidad de las construcciones y algunas infraestructuras existentes, como la red de distribución de energía eléctrica y las cisternas de almacenaje de aguas pluviales.

Toda la región cuenta con el suministro de energía eléctrica, pero con ningún servicio de red de suministro o recogida de aguas. Eso crea un interesante contraste: de las 107 viviendas, 95 tiene tele (88,7%), mientras que 96 cuentan con una fosa, siendo que muchas están bajo una letrina. **El saneamiento básico es bastante precario en la mayoría de las casas: muchas no tienen váter, muchas de las fosas sépticas no reciben mantención, algunas son “fosas negras” (sin cualquier impermeabilización), y en más del 10% de las viviendas las heces y orina son destinadas directamente al suelo, a cielo abierto. Tampoco hay red de suministro de agua potable.**

Las familias obtienen agua, potable y no potable, de diferentes fuentes. Con excepción del agua de las cisternas, **el transporte del agua es una tarea difícil. En vista de que el 83% de las familias no disponen de ningún tipo de transporte**, quedan dependientes de favores de los que los tienen o de una organización comunitaria que permita que el agua se distribuya entre todos. Si no es así, cada uno tiene que llevar el agua en pequeñas cantidades en un cubo puesto a la cabeza (Figura 26).



Figura 25: Casas de la comunidad rural de Impueiras – Estrela de Alagoas.
Fuente: Archivo fotográfico propio



Figura 26: Transporte de agua a pies y en carro de tracción animal
Fuente: Archivo de fotos del PAD Alagoas.

6.4. Programas y proyectos existentes

Diversos programas de iniciativa federal y estatal se han implementado en el noreste brasileño para la captación, almacenaje y uso del agua, a fin de establecer el desarrollo sostenible en el semiárido. Coexisten actualmente en el semiárido brasileño programas y proyectos de corto, mediano y largo plazo, no necesariamente de acciones coherentes entre sí.

Las familias de la comunidad de Impueiras obtienen agua de hasta cinco fuentes diferentes: agua dulce no potable de una pequeña presa cercana, que acumula agua de lluvia en la estación lluviosa; **agua dulce no potable de camiones-pipa** que suministran agua a las comunidades en períodos críticos; **agua dulce potable de la fuente del Programa Agua Doce (PAD)** proveniente del proceso de desalinización, localizada a unos 500m de la comunidad; **agua dulce potabilizada de las cisternas** de almacenaje de agua de la lluvia (construidas por el Programa Cisternas del gobierno federal); y **agua salina de un pozo** localizado a unos 300m.

El agua que proviene de las cisternas de almacenaje de lluvia y de la fuente del PAD es la llamada “agua de boca”, que solo se debe destinar al consumo humano directo (beber y cocinar), además de cepillar los dientes y bañar a los recién nacidos. Los demás usos como higiene personal, limpieza de la casa, limpieza de utensilios, alimentar a los animales y otros, se satisfacen con el agua colectada de la presa y del pozo.

En la región del municipio de Estrela de Alagoas, donde se encuentra la Comunidad rural de Impueiras, aquí estudiada, actúan algunos programas de la iniciativa federal, bajo la gestión de la Secretaría del Medioambiente Y Recursos Hídricos del Estado de Alagoas (SEMARH-AL).

A) Abastecimiento por Camiones-Pipa

Creado como un proyecto de actuación de emergencia, cuando se instauran estados de calamidad pública por las sequías de larga duración, actúa en Impueiras, y en todas las comunidades rurales vecinales, el **Programa de utilización de camiones-pipa** (camiones que transportan agua), lanzado

por el Gobierno Federal, juntamente con los Estados y Alcaldías. **Esta solución ha sido utilizada en las últimas sequías.**

Esta acción, en el principio, generó una serie de problemas por la falta de control del agua suministrada a la población. Muchos camiones recogían agua de las presas próximas, sin ningún control de calidad, y la distribuían a la población, que la almacenaban en recipientes o en las cisternas (cuando había). Algunas veces esta agua se mezclaba con el agua de las cisternas de acumulación de agua de lluvia (tratada y potable), contaminando todo el contenido de las cisternas.

Entretanto, **en lo que se refiere a la comunidad de Impueiras, el agua suministrada actualmente por los camiones-pipa es recogida de fuentes de agua tratada**, y las recogidas son registradas, a fin de mantener un control de calidad. Estos los camiones-pipa solo suministran agua en los períodos de sequía (Figura 27).



Figura 27: Camión-pipa suministrando agua a una vivienda.
Fuente: Archivo de fotos del PAD Alagoas

B) Programa Cisternas

El Programa Cisternas surgió a partir de la iniciativa de un obrero llamado Simão Dias, que vivía en el estado de Sergipe, hace más de 35 años. Él empezó, con su hermano, a construir cisternas de placas en su región. La cisterna de placas es un tipo de acumulador de agua cilíndrico, cubierto y semienterrado, que permite la captación y el almacenamiento de aguas de las lluvias, aprovechadas a partir de su escurrimiento en las cubiertas de las viviendas, a través de canalones de zinc o PVC. **La cisterna de placas permite el almacenamiento de agua para consumo humano en acumulador protegido de la evaporación y de las contaminaciones causadas por animales y suciedades arrastradas por las aguas de escorrentía superficial.**



Figura 28: Cisterna de placas instalada
Fuente: <http://farm3.static.flickr.com>

El “Programa 1 Milhão de Cisternas” (P1MC) del Gobierno Federal, iniciado en Julio de 2003, tiene la intención de llegar a construir 1 millón de cisternas de placas en las zonas rurales del semiárido brasileño. **Cada cisterna tiene la capacidad de acumular 16 mil litros de agua, suficientes para suplir las necesidades de beber y cocinar de una familia de 5 miembros durante los 8 meses de sequía** (www.asabrasil.org.br).

La cisterna es **construida por obreros de las propias localidades, formados y capacitados por el P1MC y, por las mismas familias**, que ejecutan los servicios generales de excavación, adquisición y suministro de la arena y del agua. Los obreros son remunerados y la contribución de las familias en los trabajos de construcción se caracteriza como la contrapartida en el proceso.

El proyecto no se limita apenas a la construcción de cisternas, sino que también se enfoca a:

- la capacitación de obreros de la comunidad y de las familias beneficiadas en el proceso de construcción de las cisternas;
- la preparación de las familias para el uso y conservación del agua almacenada en las cisternas y dentro de las viviendas;
- la formación de multiplicadores en Gestión de Recursos Hídricos y Gestión de Proyectos.

La construcción de cada cisterna de 16 mil litros tiene un coste aproximado de R\$750 (equivalente a casi 1,5 sueldos mínimos en Brasil). Los materiales utilizados suelen ser de fácil adquisición (Tabla 09).

Tabla 09: Material necesario para la construcción de la cisterna de placas
Fuente: <http://www.cliquesemiarido.org.br/inicial.asp>

Material	Quantidade conforme o tamanho da cisterna			
	10.000 litros	15.000 litros	16.000 litros	20.000 litros
Cimento	11 sacos	14 sacos	16 sacos	18 sacos
Areia	90 latas	130 latas	150 latas	180 latas
Ferro 1/4	5 kg	7,5 kg	9 kg	8,5 kg
Arame 12 galvanizado	10 kg	12 kg	12 kg	14 kg
Brita zero	9 latas	12 latas	18 latas	20 latas
Sika / Vedacit	1 kg	1 kg	2 kg	2 kg
Calhas de zinco	5 calhas de 2m	5 calhas de 2m	10 calhas de 2m	10 calhas de 2m
Cano PVC 75	1 vara de 6m	1 vara de 6m	1 vara de 6m	1 vara de 6m
Joelho PVC 75	2 unidades	2 unidades	2 unidades	2 unidades
Supercal	5 kg	5 kg	5 kg	5 kg

Entretanto, han habido problemas en la calidad de muchas cisternas construidas, por la utilización de la arena local, con altos niveles de sales, comprometiendo la calidad del agua almacenada y llegando a generar fisuras en sus paredes. Por esas razones, se está empezando a buscar por soluciones constructivas y por materiales diferenciados, que resulten una mejor impermeabilización y mejor calidad del agua. Pero la cisterna de placas sigue siendo masivamente construida por todo el semiárido.

La construcción de estas cisternas siguen un patrón, según los manuales hechos por el Ministerio del Desarrollo Social (MDS), coordinador nacional del programa, y por otras instituciones vinculadas, como la ONG Cáritas. Todo el proceso es hecho en el mismo sitio de instalación de la cisterna (Figura 29): las placas, las vigas, etc.

La captación del agua para la cisterna se hace a través de canalones, que se unen a las vigas de la cubierta de la casa y cañerías que están entre los canalones y la cisterna. En la entrada de la cisterna, se debe colocar un colador para que no pase suciedad al interior de la cisterna. Esos canalones deben coleccionar toda el agua que pueda caer en la cubierta.



Figura 29: Montaje de las placas para las paredes de la cisterna.
Fuente: <http://www.cliquesemiarido.org.br/inicial.asp>

Para evitar que la suciedad que se acumula en las cubiertas durante el período seco contamine el agua de la cisterna, **es importante que no se recoja el agua de las primeras lluvias**, desconectando la tubería que llega a la cisterna, para que estas aguas laven la cubierta y las tuberías.

El agua almacenada en las cisternas deben ser utilizadas solamente como “agua de boca”, es decir, para beber y cocinar. El único uso excepcional que se le puede dar es el de bañar a los recién nacidos. Los usos son establecidos en los acuerdos comunitarios que se hacen en las reuniones periódicas entre la población local y los técnicos del programa. Si se destina el agua a otros usos, se corre el riesgo de que falte agua potable durante el período de sequía.

En la comunidad de Impueiras, prácticamente todas las familias ya cuentan con una cisterna de acumulación de agua pluvial construida. En la Figura 24, las bolitas blancas que se puede visualizar son las cisternas. También en la Figura 25 se puede ver las cisternas construidas junto a viviendas. La equipo técnica del Programa, formada en gran parte por los agentes locales previamente capacitados, hace una acompañamiento periódico de análisis y orientación para el control de la calidad del agua almacenada.

En las cisternas, **el agua es potabilizada por el añadido de cloro**, suministrado por las unidades de salud locales. Se debe hacer una limpieza de las cisternas anualmente, antes de la llegada de las lluvias, según las orientaciones del programa. Además, se informa sobre la forma de coleccionar y almacenar el agua dentro de casa.

En las viviendas, el agua suele ser almacenada en barriles y cubos de plástico o recipientes y filtros de cerámica, como muestra la Figura 30. También se hacen análisis del agua almacenada dentro de las viviendas, para verificar su calidad. **Se ha identificado que mucha del agua almacenada dentro de casa está contaminada, debido a un mal manejo y no seguimiento de las orientaciones de higiene.**



Figura 30: Recipientes de almacenamiento del agua potable dentro de las viviendas de Impueiras.

Fuente: Archivo de fotos del PAD Alagoas

C) Programa Água Doce

El “Programa Água Doce” (PAD) *-Programa Agua Dulce-* es también una acción del Gobierno Federal, coordinada por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) por intermedio de la Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano (SRHU), juntamente con instituciones federales,

estatales, municipales y de la sociedad civil. Tiene como objetivo **democratizar el acceso al agua de buena calidad para consumo humano** en comunidades que enfrentan problemas de escasez de agua, priorizando las poblaciones del semiárido brasileño.

Aprovechando las bases formadas y experiencias adquiridas por el Programa Água Boa *-Programa Agua Buena-*, el PAD, lanzado en 2004, actúa en la **recuperación de sistemas de desalinización implantados en la región semiárida por el Programa Agua Boa, que se encuentran desactivados, o con funcionamiento precario.**

Entretanto, este nuevo programa, el PAD, vino con la diferencia de asistir a las comunidades atendidas, subsidiando una gestión participativa del sistema, con la **construcción de acuerdos colectivos**, además de garantizar un **destino adecuado del agua residual de alta concentración salina** resultante del proceso de desalinización, minimizando los impactos ambientales en busca de que las acciones del programa puedan contribuir con la sostenibilidad de las comunidades beneficiadas.

La desalinización se hace a partir del agua que se obtiene de un pozo de agua salina junto a la comunidad. Esta agua es bombeada hacia acumuladores de agua junto al sistema de desalinización, a unos 500 metros de la comunidad. De estos acumuladores, el agua salina pasa por un sistema de membranas de osmosis inversa (Figura 31). **El sistema instalado en la comunidad de Impueiras tiene capacidad para producir hasta 14 mil litros semanales. Es un sistema de alto consumo energético, pero entre los diferentes tipos de sistema, es el de menor coste para adquisición y de mayor rendimiento de agua potable.**

Posteriormente al pasar por el equipo de desalinización, el agua ya se encuentra apta para el consumo humano. Esta agua potable se acumula y se distribuye a la población por una fuente de acceso controlado. El agua residual del proceso de desalinización, de alta concentración salina, se destina a unos tanques impermeabilizados, para su evaporación. La simplificación gráfica de todo el proceso se puede ver en la Figura 32.



Figura 31: Sistema de desalinización por membranas de osmosis inversa instalado en la comunidad de Impueiras.
Fuente: Archivo de fotos propias.



Figura 32: Sistema de desalinización del PAD.
Fuente: Panfleto del Programa Água Doce

En algunos sistemas, como es el caso de la comunidad de Impueiras, se hizo una Unidad Demostrativa (UD) o también llamada de Unidad Productiva (UP). La implementación de la UD en el municipio de Estrela de Alagoas tuvo inicio el día 25 de noviembre del 2008. En estas unidades, **el concentrado se aprovecha para la creación de peces**. Se construyen entonces 3 tanques: 2 para la creación de los peces (la tilapia rósea, muy bien adaptada a altas concentraciones salinas y de óptimo valor comercial) y un tercero para la renovación del agua de los peces, a fin de evitar la eutrofización.

El agua que proviene de los tanque de peces, es rica en sales y en nutrientes. Así que es destinada al **riego de la llamada hierba sal (Atriplex nummularia)**. Esta vegetación no es autóctona de la caatinga, sino que se trajo de Australia, pero se ha adaptado muy bien a la región. La Atriplex tiene la propiedad no de tolerar la alta salinidad, sino que de **retirar sales del suelo**. Las sales que antes se acumulaban en el suelo, tornándole impropio para el cultivo, ahora son absorbidas por este arbusto, alojándose en sus hojas, que llegan a tener sabor salado. La Atriplex es una vegetación de alta calidad para la **alimentación de animales, principalmente caprinos y ovinos**. La Figura 33 explica gráficamente las etapas del sistema completo de la Unidad Productiva.

Estas **Unidades Productivas**, además de garantizar el buen destino y reaprovechamiento de los “residuos” generados en el sistema, genera **alimentos para la población local y un excedente para la comercialización**. Parte de la producción es comercializada en la misma comunidad, a precios diferenciados, y otra para se comercializa con las comunidades vecinas, fomentando el desarrollo de una economía local.



Figura 33: Esquema gráfico de uma Unidade Productiva (UP).
 Fuente: Panfleto del Programa Água Doce.

El Programa contempla los Estados del Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, **Alagoas**, Sergipe e Bahia), además de Minas Gerais y Espírito Santo. En cada uno de estos Estados, funciona un **Núcleo del Programa Água Doce**, con técnicos capacitados para actuar en los componentes del programa. Esos Núcleos son coordinados por los órganos de recursos hídricos de los gobiernos de los Estados y se componen por representantes del poder público y de la sociedad civil, involucrados en el tema de oferta de agua. En Alagoas, la coordinación es realizada por la Superintendencia de Infraestrutura Hídrica de la Secretaria de Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Hídricos (SEMARH). Esta estructura de coordinación se puede visualizar en la Figura 34.

Las comunidades beneficiadas por el programa se componen, de forma general, por **pequeños productores rurales** que, en su mayoría, poseen como principal fuente de renta el aporte gubernamental del “Bolsa Familia”, para la erradicación de la pobreza. Son localidades que, además de no contar con red de suministro de agua, son **desprovistas de la recolección de residuos sólidos y de red de saneamiento**. La comunidad, a través del **Acuerdo de Gestión**, define la cantidad de agua distribuída semanalmente por familia, por establecimientos comerciales, escuelas, unidades de salud, además de comunidades vecinas. Así que, el volumen producido es relativo, de acuerdo a la necesidad de cada comunidad, conforme se establece en sus acuerdos de gestión.

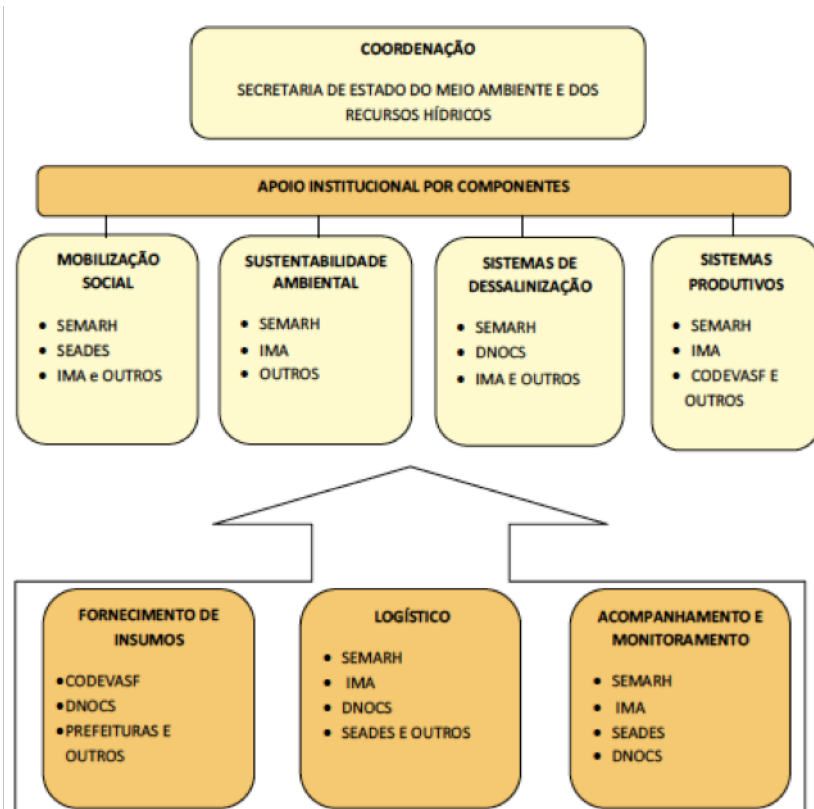


Figura 34: Estructura actual del Grupo Ejecutivo del PAD/Alagoas.
Fuente: MMA, 2009

El desarrollo de las actividades es realizado por **cuatro componentes**, que trabajan de forma integrada para el logro de sus objetivos: **sistemas de desalinización, sistemas productivos, movilización social y sostenibilidad ambiental**.

Los **acuerdos de gestión**, establecidos en las reuniones participativas, son elementos clave para la sostenibilidad del sistema. En estos acuerdos se definen responsabilidades, cuotas y toda la estructura de gestión que cabe a la comunidad. Los acuerdos de gestión de la comunidad de Impueiras

pueden ser vistos integralmente en los Anexos 03 y 04. Hay un acuerdo para el sistema de desalinización y otro para la Unidad Productiva y tienen definidos puntos tales como:

- El operador responsable por el sistema de desalinización y sus atribuciones.
- Los miembros del grupo gestor y sus atribuciones (supervisar el funcionamiento del desalinizador; gestionar el fondo de gestión y dar cuentas a la comunidad mensualmente; escuchar las quejas y sugerencias de la comunidad sobre el funcionamiento del desalinizador; marcar reuniones con la comunidad para eventuales cambios en el acuerdo de gestión).
- El horario de funcionamiento del equipamiento (de 13hs a las 16hs en los lunes, miércoles y viernes).
- El horario de distribución del agua (de 6hs a las 11hs en los lunes, miércoles y viernes).
- **La cantidad distribuida por familia (40litros en los lunes y miércoles y 60litros en los viernes).**
- El uso del agua desalinizada (beber, cocinar, cepillar los dientes y bañar a los recién nacidos).
- Cuota mensual para el fondo de reserva para el mantenimiento del sistema de desalinización (familias asociadas contribuyen con R\$3,00 y las familias no asociadas con R\$5,00).
- El pescado producido será de responsabilidad de la Asociación Comunitaria de los Productores Rurales de São Sebastião (una comunidad cercana).
- En el primer año, el pescado será todo vendido.
- Será cobrado un precio diferenciado para la comunidad, cuyo valor será definido después de la primera producción de pescado, cuando serán contabilizados los costes y definido el precio final.
- **Los costes para funcionamiento y mantenimiento de la UD vendrán de la venta del pescado.**
- De la venta de los peces, el 40% será depositado en una cuenta bancaria abierta en nombre de representantes del grupo gestor. Ese dinero será utilizado para la mantención de la UD, a partir del

segundo año de funcionamiento. El 30% será destinado al sueldo de las personas que realizan las actividades diarias en la UD, 15% para vigilancia de la UD y los otros 15% quedan bajo responsabilidad del grupo gestor como un fondo de reserva.

- La prestación de cuentas se hará mensualmente en las reuniones marcadas por el grupo gestor.
- La contrapartida de la Alcaldía de Estrela de Alagoas es de pagar por la energía eléctrica consumida por el sistema.
- El Gobierno del Estado de Alagoas, por intermedio de la SEMARH, tendrá como responsabilidad la prestación de asistencia técnica y orientación a la comunidad a través de los técnicos capacitados por el PAD.
- Es responsabilidad del PAD recuperar e instalar el sistema de desalinización, construir el tanque de acumulación de concentrado, capacitar al operador del sistema, orientar la comunidad en la construcción del acuerdo de gestión y contribuir con el manejo sostenible de los recursos hídricos locales.

Según el marco conceptual del PAD, no es suficiente simplemente suministrar tecnología, pero es necesario hacer que **sus usuarios sepan gestionar y mantener el sistema, para hacerlos independientes de acciones paliativas** en épocas de sequía, con un **mínimo de impacto ambiental**. Estas son características básicas para una **convivencia sostenible con el semiárido**, a través del acceso al recurso primordial para la sobrevivencia, el agua de buena calidad, elemento de impulsión de alternativas de fuente de alimento y renta.

En la región no se encuentran otras acciones relevantes además de las supracitadas. La única pequeña presa cercana existente se encuentra en muy malas condiciones y no llega a alcanzar todo el período de sequía. Las pocas presas de medio tamaño son de uso particular, para mantener el ganado de grandes propiedades.

Así que en las acciones implementadas en la comunidad estudiada prevalecen la escala colectiva, las soluciones de corto a largo plazo, la generación de agua potable y el bajo coste financiero (Tabla 10).

Tabla 10: Acciones implementadas para la gestión del agua en la comunidad de Impueiras

Fuente: producción propia

Acción	Escala		Plazo			Calidad del agua		Coste	
	colectiva	unifamiliar	corto	medio	largo	potable	No potable	Bajo	Alto
Cisternas		X	X	X	X	X		X	
Programa Agua Doce	X		X	X	X	X			X
Camiones pipa	X		X			X	X	X	

7. Análisis DAFO de la gestión del agua implementada

En la región de la comunidad rural de Impueiras, localizada en el semiárido del Estado de Alagoas, se encuentran dos proyectos bien estructurados para la gestión del agua local: el PAD y el PIMC. Ambos atienden a toda la población local para el suministro de agua potable “de boca”. **Los dos Programas están dentro del marco conceptual del Programa Federal “FOME ZERO” – hambre zero – para asegurar el derecho humano al acceso a alimentos, lo que incluye también el derecho al acceso al agua.**

Así que el principal enfoque de ambos programas implementados es proveer agua potable para beber y cocinar (usos relacionados al marco conceptual del *Fome Zero*). Entretanto, **el PAD fue más allá de este objetivo**, buscando el aprovechamiento de todos los “residuos” del sistema, **transformados en oportunidades para la obtención de alimentos y fortalecimiento de la economía y ciudadanía local.**

Para una evaluación de la situación actual de la gestión del agua local, se utiliza en este trabajo el **sistema de análisis DAFO**, buscando evidenciar las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades, en **cada uno de los ámbitos que componen o deben componer la gestión sostenible del agua**: socio-cultural, político-institucional, económico, tecnológico y medioambiental (Tabla 11). También se aplica el mismo sistema de **análisis DAFO** para evidenciar estos cuatro puntos en **cada fase del ciclo hidrológico antropogénico**, a fin de identificar cuales etapas del ciclo necesitan acciones más adecuadas (Tabla 12).

El análisis DAFO es **una metodología** simple y ampliamente utilizada para la **realización de diagnósticos de una determinada organización**, en este caso, de la gestión del agua en el contexto aquí considerado. Puede ser muy útil cuando utilizada **antes de la toma de decisiones estratégicas**, pues ayuda a plantear las acciones que se deben poner en marcha para **aprovechar las oportunidades detectadas y a prevenir contra las**

amenazas, teniendo conciencia de las debilidades y fortalezas (www.guiadelacalidad.com).

“ El principal objetivo de un análisis DAFO es ayudar a una organización a encontrar sus factores estratégicos críticos, para una vez identificados, usarlos y apoyar en ellos los cambios organizacionales: consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades, y eliminando o reduciendo las amenazas”.

(www.guiadelacalidad.com)



Figura 35: Análisis DAFO – descripción de los 4 puntos

Fuente: Adaptación de <http://www.23edce.com/wp-content/themes/blog/dafo.php>

De este modo, una rápida lectura de las dos matrices DAFO es suficiente para dejar claro, por ejemplo, que las **cuestiones relacionadas a la recolección del agua residual doméstica, su tratamiento, reuso y retorno al medio, se presentan en situación crítica y que han sido descuidadas hasta ahora**. También es fácil identificar que la comunidad de Impueiras presenta un **gran potencial para la implementación de más acciones y sistemas para el manejo sostenible del agua y de los nutrientes**.

En este trabajo, el análisis DAFO fue realizado por sólo una persona (yo), externa al contexto. Eso favorece la neutralidad de los puntos evidenciados. Entretanto, sería importante poder, en una continuidad de esta investigación, **aplicar esta misma metodología a los diferentes actores (población local, grupo gestor, instituciones públicas y ONGs involucradas), a fin de comparar los diferentes ángulos de visión y verificar que puntos coinciden o no**. De esta manera, se podría generar un análisis DAFO que integrase la visión de todos los actores y compartir esta visión general en las reuniones participativas, discutiendo cada punto, a fin de trazar las prioridades y buscar por las mejores soluciones.

Esta siguiente etapa, de definir un plan estratégico, **trazando las prioridades y buscando por las soluciones**, siempre con el enfoque en la sostenibilidad, es una tarea compleja, y exige el **establecimiento de una serie de criterios que objetiven una gestión sostenible del agua** en el contexto específico.

Tabla 11: Matriz de análisis DAFO de los aspectos de la gestión del agua en la comunidad de Impueiras

Fuente: Producción propia

Ámbito	Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
Socio-cultural	<ul style="list-style-type: none"> - baja escolarización de la población adulta - condiciones higiénicas débiles, mala manipulación y almacenamiento del agua - población muy mayor - bajo IDH - poca oportunidad profesional - salud afectada por concentración de sales en el agua 	<ul style="list-style-type: none"> - migración de la población joven desfavorece la continuidad de las acciones - salud de la población amenazada por falta de saneamiento - amenaza de dependencia del agua de los camiones pipa - el agua desalinizada puede generar una desmineralización en la población 	<ul style="list-style-type: none"> - alta participación ciudadana - población auto-organizada - baja incidencia de enfermedades graves - fuertes vínculos sociales y comunitarios (grupos religiosos) - el núcleo de la comunidad provee servicios básicos de salud y educación - capacitación profesional de la población local por el PAD y PIMC 	<ul style="list-style-type: none"> - población muy interesada - mejora de la escolarización de la población joven favorece la continuidad de las acciones - aprovechar la estructura de gestión para el desarrollo de otras acciones - utilizar los programas para la educación ambiental en las escuelas cercanas
Político-institucional	<ul style="list-style-type: none"> - poca coordinación entre políticas locales y regionales - falta de políticas locales para el fortalecimiento de los pequeños agricultores - inexistencia de cooperativas para la comercialización de la producción agrícola local 	<ul style="list-style-type: none"> - la inexpressión de las políticas regionales en la comunidad (como las presas) compromete la disponibilidad de agua para riego 	<ul style="list-style-type: none"> - buena interacción vertical y horizontal entre los organismos - soporte técnico y financiero del gobierno municipal y estatal - participación de organizaciones locales en la gestión 	<ul style="list-style-type: none"> - utilizar la estructura de gestión existente como ejemplo para la implementación de experiencias semejantes en comunidades vecinas
Económico	<ul style="list-style-type: none"> - poca diversidad en de fuentes de ingreso (agricultura de subsistencia) - pocos excedentes para comercialización - dependencia económica de los programas sociales mitigadores (bolsa familia) 	<ul style="list-style-type: none"> - la poca diversidad de cultivos y actividades deja la economía local vulnerable a las largas sequías 	<ul style="list-style-type: none"> - el PAD genera una renta alternativa con la venta del pescado y de la Atriplex - generación de puestos de trabajo por el PAD y PIMC 	<ul style="list-style-type: none"> - aprovechar la organización social existente para creación de cooperativas - crear huertos comunitarios para producción de excedentes para comercialización
Tecnológico / infraestr.	<ul style="list-style-type: none"> - falta de equipamientos de agua en las viviendas - tecnología de saneamiento inadecuada - inexistencia de red de suministro y recolección de aguas - falta de tecnologías alternativas de cultivo de subsistencia - muchas cisternas presentan fisuras - la limpieza de las cisternas no es una tarea muy sencilla y muchos no la hacen correctamente 	<ul style="list-style-type: none"> - la arena utilizada para construcción de las cisternas puede comprometer la calidad del agua - la falta de limpieza de las cisternas puede comprometer la calidad del agua 	<ul style="list-style-type: none"> - red de energía eléctrica en toda la comunidad - tecnologías de captación y potabilización del agua suficientes para generar agua de boca a toda la comunidad - el PAD ejemplifica un ciclo cerrado del agua y el aprovechamiento de los residuos del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - implementar otros sistemas tecnológicos para captación y reuso del agua - creación de cursos de capacitación en agricultura ecológica y permacultura - implementación de sistemas de riego de alta eficiencia
Medio-ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - alto consumo energético para desalinización - mal manejo de residuos domésticos - no aprovechamiento de los nutrientes existentes en los residuos domésticos - suelos con alta salinidad 	<ul style="list-style-type: none"> - amenaza de contaminación del suelo por heces y orina - suelos susceptibles a la erosión 	<ul style="list-style-type: none"> - cierre del ciclo del agua en el PAD - disminución de los impactos por el aprovechamiento del concentrado salino - el uso de cisternas disminuye la extracción del agua subterránea 	<ul style="list-style-type: none"> - utilizar el concepto del ciclo cerrado del PAD para el cierre de ciclos en las viviendas

Tabla 12: Matriz de análisis DAFO de las fases del ciclo hidrológico antropogénico en la comunidad de Impueiras

Fuente: Producción propia

Ambito	Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
Captación / Extracción	<ul style="list-style-type: none"> - poca captación de agua pluvial para riego - ausencia del aprovechamiento del agua de escorrentía - ausencia de cursos de agua superficial 	<ul style="list-style-type: none"> - suministro de agua potable amenazado por la degradación de las capas freáticas 	<ul style="list-style-type: none"> - fuentes distintas de captación del agua - índice pluviométrico suficiente para captación de grandes cantidades de agua pluvial 	<ul style="list-style-type: none"> - el reconocimiento del valor del agua de lluvia favorece la implementación de más sistemas de captación de este recurso para usos no potables
Potabilización / Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> - la desalinización desmineraliza excesivamente el agua para consumo humano - falta de agua de calidad adecuada para la higienización personal 	<ul style="list-style-type: none"> - posibilidad del surgimiento de debilidades en la salud de la población por desmineralización 	<ul style="list-style-type: none"> - sistema PAD de desalinización y potabilización de alto rendimiento - sistema PAD y PIMC generan agua de calidad segura 	-
Distribución	<ul style="list-style-type: none"> - fuente PAD queda lejos de las viviendas - mayor dificultad del acceso al agua potable por los ancianos - problemas de contaminación del agua en el transporte 	<ul style="list-style-type: none"> - alta contaminación del agua transportada inadecuadamente - mala situación de las estradas en épocas de lluvia pueden imposibilitar el transporte del agua en carros y coches 	<ul style="list-style-type: none"> - la distribución del agua a lo largo de la semana incentiva el uso racional del agua - todas las familias tiene igual derecho de acceso al agua - solidaridad entre vecinos para que todos accedan al agua 	<ul style="list-style-type: none"> - oportunidad de creación de un sistema de distribución organizado, gestionado por la población misma, pudiendo crear más puesto de trabajo
Uso	<ul style="list-style-type: none"> - almacenaje inadecuada del agua en las viviendas - falta de equipamientos de agua adecuados en las viviendas 	<ul style="list-style-type: none"> - alta contaminación del agua almacenada en las viviendas - instalación de nuevo equipamientos puede aumentar el consumo del agua 	<ul style="list-style-type: none"> - reconocimiento del valor (no monetario) del agua potable, lo que lleva a un uso racional - uso de diferentes calidades de agua para diferentes funciones 	<ul style="list-style-type: none"> - el uso separado del agua genera la oportunidad de hacerse también la recolección separada, generando conciencia ambiental y mayores posibilidades de reuso
Recolección	<ul style="list-style-type: none"> - ausencia de sistema de recolección - destino inadecuado de las aguas residuales domésticas - falta de mantenimiento de las fosas sépticas 	<ul style="list-style-type: none"> - contaminación directa por contacto con heces y orina 	<ul style="list-style-type: none"> - la ausencia de váteres en algunas viviendas disminuye el consumo de agua (ahorro de hasta 30%) 	<ul style="list-style-type: none"> - la cultura del uso de letrinas favorece la implementación de “baños secos”, para el reaprovechamiento de nutrientes en la agricultura
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> - ausencia de sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas 	<ul style="list-style-type: none"> - riesgo del reuso directo de aguas altamente contaminadas 	-	<ul style="list-style-type: none"> - oportunidad para la implementación de sistemas naturales de tratamiento
Reuso y Retorno al medio	<ul style="list-style-type: none"> - ausencia de sistemas de reuso del agua residual doméstica - retorno inadecuado del agua residual doméstica al medio 	<ul style="list-style-type: none"> - contaminación potencial del suelo, aguas de escorrentía y de las aguas subterráneas por el mal destino de las aguas residuales domésticas 	-	<ul style="list-style-type: none"> - oportunidad para implementación de sistemas experimentales y demostrativos de reuso del agua y reaprovechamiento de nutrientes

8. Establecimiento de criterios de sostenibilidad para la gestión del agua en comunidades rurales de semiárido brasileño

Los criterios de sostenibilidad para una gestión del agua deben necesariamente comprender los diferentes aspectos de la vida social humana, como se ha explicado en el apartado 3.1. de este trabajo. Estos criterios pueden ser utilizados tanto para la implementación de acciones, como para la evaluación de acciones ya existentes.

Según Lennartsson (2009), los criterios de sostenibilidad deben ser establecidos para cada caso específico, *“desarrollados en una cooperación cercana entre todos los actores relevantes, llevando en consideración: temas institucionales, tales como la existencia de un marco jurídico y la capacidad institucional; preferencias entre los futuros usuarios; condiciones ambientales de la área específica; etc.”* Lo que se puede juzgar como sostenible en un determinado contexto, puede no serlo en otro.

Bajo esta visión, es imposible identificar un listado completo de factores que afectan la sostenibilidad de una acción o de una gestión sin el conocimiento y la consideración de un contexto específico. Así que la metodología que algunos autores utilizan, como Balkema (2002), Mukherjee (1999) y Kvarnström *et al.* (2004a) *apud* Lennartsson (2009), es la de poner los factores de sostenibilidad en grandes categorías. Las categorías utilizadas varían entre los autores, entretanto tre de ellas son constantes: aspectos medioambientales, económicos y sociales.

Entretanto, se intenta aquí agrupar una serie de factores en cinco categorías, siguiendo las categorías utilizadas en la primera matriz DAFO (Tabla 11), para una primera aproximación de un listado de criterios de sostenibilidad que se podrían aplicar para el contexto considerado (comunidad rural de Impueiras). Las cinco categorías aquí utilizadas son: Socio-Cultural, Político-Institucional, Económico, Tecnológico-Infraestructural y Medioambiental.

Para el establecimiento de los criterios, en cada una de las categorías, se ha tomado por base la información analizada y sistematizada en las matrices del análisis DAFO. Los criterios aquí indicados pueden servir de referencia para diferentes comunidades rurales del semiárido brasileño, sin olvidarse de que, para cada contexto específico, estos criterios deben ser revisto, pudiendo retirar determinados criterios aquí pre-establecidos o añadir otros no previstos.

A) SOCIO-CULTURAL:

- Fortalecimiento de la educación básica.
- Promover la educación ambiental.
- Promover la capacitación técnica y profesional de la población local.
- Involucrar la población local en una gestión participativa.
- Fortalecimiento de los servicios de salud básica.
- Prevenir las enfermedades por una posible desmineralización de la población local.
- Garantizar el acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas para la salud humana y para el desarrollo de las actividades diarias.
- Fomentar la educación para la higiene personal y el buen manejo y almacenamiento del agua.
- Incentivar el aprendizaje horizontal de la población local para el intercambio de conocimientos e experiencias.

B) POLÍTICO-INSTITUCIONAL:

- Promover una gestión descentralizada.
- Favorecer la integración entre las esferas públicas y privadas.
- Favorecer la integración vertical y horizontal de los diversos actores clave.

- Integrar las políticas y acciones locales y regionales.
- Promover políticas locales para el fortalecimiento de los pequeños agricultores.
- Incentivar la creación de organizaciones cooperativas de los pequeños agricultores.
- Garantizar la participación de organizaciones locales en la gestión.
- Garantizar el soporte técnico y financiero por parte de las administraciones públicas.

C) ECONÓMICO:

- Favorecer la diversidad de actividades profesionales diversidad en de fuentes de ingreso (agricultura de subsistencia).
- Promover incentivos económicos para posibilitar la generación de excedentes para comercialización de productos agrícolas.
- Incentivar la creación de huertos comunitarios.
- Promover acciones que favorezcan una independencia económica de los programas sociales mitigadores.
- favorecer las acciones que generen puestos de trabajo.

D) TECNOLÓGICO / INFRAESTRUCTURAL:

- Facilitar el acceso a los materiales de construcción de bajo impacto ambiental.
- Fomentar el uso de materiales locales de construcción.
- Favorecer el uso de tecnologías de bajo consumo energético.
- Incentivar la instalación de sistemas y equipamientos de agua eficientes en las viviendas.
- Promover la utilización de tecnologías seguras de saneamiento.
- Favorecer el correcto tratamiento de las aguas residuales domésticas.
- Incentivar el uso de tecnologías naturales de tratamiento.
- Favorecer la recolección separada de las aguas residuales domésticas.
- Favorecer el reuso de las aguas regeneradas.

- Favorecer la implementación de tecnologías de saneamiento de bajo o cero consumo de agua.
- Incentivar la implementación de tecnologías alternativas y de bajo consumo de agua para el cultivo de subsistencia.
- Incentivar la implementación de otras tecnologías de captación pluvial para el riego agrícola.
- Implementación de sistemas de riego de alta eficiencia.

E) MEDIOAMBIENTAL:

- Proteger el bioma natural de la caatinga.
- Incentivar las acciones de prevención y mitigación de las erosiones.
- Favorecer la infiltración del agua en el suelo.
- Retornar agua de buena calidad al ambiente natural.
- Impedir el uso de agrotóxicos.
- Incentivar el cierre del ciclo del agua y de los nutrientes.
- Maximizar el aprovechamiento de los nutrientes.
- Incentivar la separación y buen manejo de los residuos sólidos domésticos.
- Evitar la extracción excesiva del agua subterránea.
- Buscar el cierre del ciclo del agua también en las viviendas.
- Favorecer el uso del agua no potable para los fines adecuados a la calidad del agua específica.

A partir de los criterios de sostenibilidad revisados y adecuados a los contextos específicos de cada comunidad, se podría empezar a trazar el plan estratégico de establecimiento de prioridades y de la búsqueda por soluciones. **El presente trabajo no llegará a estas dos etapas finales**, ya que esto exigiría la construcción de una análisis DAFO y de la definición de los criterios de sostenibilidad construidos en conjunto con los diferentes actores involucrados en la gestión del agua de estas comunidades. **Se propone entonces, la realización futura de un trabajo de investigación para la continuidad de lo que se ha podido desarrollar hasta ahora.**

9. Consideraciones finales

A pesar de los diversos obstáculos naturales que la región semiárida brasileña presenta a las comunidades rurales que ahí se asientan, **es posible, mediante una gestión sostenible del recurso hídrico, llegar a generar unas condiciones de vida digna**, en una relación de respeto y equilibrio dinámico con el medioambiente.

Algunas experiencias ya en marcha en comunidades rurales de esta región del país comprueban que la “convivencia con la sequía” es posible y que una **gestión participativa es el elemento clave** para que se logre la sostenibilidad, ya que es el ser humano el actor central de la problemática. Pero aún queda mucho por caminar, y los logros que se ha tenido con la implementación de las acciones analizadas en este trabajo son nada más que el principio de este largo camino.

Para que las acciones implementadas se fortalezcan y que serios problemas aún existentes sean sanados, **se hace necesario una constante evaluación de la situación y la revisión de los criterios establecidos** como fundamentales. Para eso, metodologías de simple aplicación, como es el caso del **análisis DAFO**, pueden ser utilizadas **a fin de integrar las percepciones de los diversos actores involucrados en la gestión del agua**. La integración de estos diferentes puntos de vista tiene el potencial de revelar una visión más completa de la realidad, ampliando las posibilidades de acierto en las tomas de decisiones.

Los objetivos de comprender los contextos de las diferentes escalas (global, regional y local) se han podido lograr con la investigación sobre el estado actual los diversos aspectos de la sociedad relacionados al agua, buscando informaciones de distintas fuentes y con una visita a la comunidad estudiada (escala local). **En la secuencia, el análisis DAFO ha podido ayudar en la sistematización y análisis de toda la información colectada, posibilitando una visión más clara de la situación en sus múltiples aspectos.**

Se espera que este trabajo pueda servir de **referencia para los organismos gestores del agua** en estas comunidades del semiárido, además de servir de base para **futuras investigaciones sobre la gestión sostenible del agua en zonas semiáridas.**



Referencias Bibliográficas

1. ANA - Agencia Nacional de Aguas, Brasil. (2006) Atlas do Nordeste: abastecimento urbano de agua: alternativas de oferta de agua para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do Norte de Minas Gerais. Brasília, DF.
2. Banco Mundial. (2001) Informe sobre salud y medio ambiente. Washington D.C., Estados Unidos.
3. Bezerra, N.F. (2002) Agua e desenvolvimento sustentável no Semi-Árido – Agua no semi-árido nordestino: experiencias e desafios. Fundación Konrad Adenauer, Série Debates nº 24. Fortaleza. ISBN 85-7504-036-7.
4. BID – Banco Interamericano de Desarrollo. (2003) Informe anual. Washington D.C., Estados Unidos.
5. Dresner, S. (2009) Els Principis de la Sostenibilitat. Edicions UPC. Barcelona, España.
6. Duque, G. (2008) Conviver com a seca: contribuição da Articulação do Semi-Árido/ASA para o desenvolvimento sustentável. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Editora UFPR. Curitiba, Brasil.
7. ECODESS. (2009) Una guía para un sistema integral de saneamiento Ecológico en áreas periurbanas y rurales. ECODESS. Lima, Peru.
8. FAO. (2004) FAOSTAT on line database
Obtenido en: <http://apps.fao.org/default.jsp>
9. Fernandes, F.B.P. . (2002) Agua e desenvolvimento sustentável no Semi-Árido – Gestão de recursos hídricos nas regiões áridas e semi-áridas como um processo de redução das desigualdades sociais. Fundación Konrad Adenauer, Série Debates nº 24. Fortaleza. 2002. ISBN 85-7504-036-7.
10. Fernández, S.H. (2004) El Agua, Soporte de Vida y Recurso Escaso. Una Nueva Cultura del Agua para el Guadiana. Fundación Nueva Cultura del Agua. Zaragoza, España.
11. FNCA - Fundación Nueva cultura del Agua. (2004) Una Nueva Cultura del Agua para el Guadiana – Desde Ruidera a Ayamonte. Fundación Nueva Cultura del Agua. Zaragoza, España.
12. Gamboa, F.B. (2009) ¿Sequía natural o sequía hidrológica? Obtenido en: http://www.taddei.eco.ufrj.br/Cap6_Briones.pdf
13. González, C.A. (2006) Derecho Humano al Agua Potable. Peru.
14. Hermanns, K. (2002) Agua e desenvolvimento sustentável no Semi-Árido – Agua: uma questão de sobrevivência. Fundación Konrad Adenauer, Série Debates nº 24. Fortaleza. ISBN 85-7504-036-7.
15. IPCC. (2008) El Cambio Climático y el Agua - Documento Técnico VI. Geneva, Suiza.
16. Kadlec, R.H. & Wallace, S.D. (2009) Treatment Wetland. Second Edition. Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL.
17. Lennartsson, M., Kvarnström, E., Lundberg, T., Buenfil, J. Y Sawyer, R. (2009) Comparing Sanitations Systems Using Sustainability Criteria. EcoSanRes Programme. Stockholm, Sweden.
Obtenido en: www.ecosanres.org
18. May, S. (2009) Caracterização, Tratamento e Reúso de Aguas Cinzas e Aproveitamento de Aguas Pluviais em Edificações. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.

19. Madurga, R.L. (2005) Los Colores del Agua, el Agua Virtual y los Conflictos Hídricos. Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat., Vol. 99 N°. 2, pp 369-389, 2005. España.
20. MMA - Ministério do Meio Ambiente, Brasil. (2009) Programa Agua Doce - Estado de Alagoas – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. Abastecimento de Agua de Comunidades Difusas do Semi-árido. Maceió, AL.
21. ONU. (2003) Agua para todos, agua para vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.
22. ONU. (2006) El Agua, una responsabilidad Compartida: 2º Informe de las NACIONES UNIDAS sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Zaragoza, España.
23. PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2000) Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (Versão on line). Obtenido en: <http://www.pnud.org.br/atlas/>
24. Red ALFA TECSPAR – Tecnologías Sostenibles para la Potabilización y el Tratamiento de Aguas Residuales. (2009) Manual de Gestión Sostenible del Agua: evaluación de la calidad, tratamiento y reutilización. Medellín, CO.
25. Rodrigues, J.J.S., Bocado, J.R.P. & Fernández, I.C. (2007) Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales. Capítulo 1: Generalidades. Centro de Nuevas Tecnologías del Agua. Sevilla, ES.
26. Silans, A.P. (2002) Agua e desenvolvimento sustentável no Semi-Árido – Alternativas científicas e tecnológicas para o abastecimento de água no Semi-Árido. Fundação Konrad Adenauer, Série Debates n° 24. Fortaleza. ISBN 85-7504-036-7.
27. Savenije, H.H.G. (1998) ¿Cómo alimentar la creciente población mundial en una situación de escasez de agua? Artículo presentado en el 8º Simposio del Agua de Estocolmo, 10-13 de agosto. Estocolmo, Suecia. Obtenido en: <http://www.unesco.org.uy>
28. Vymazal, J. & Kröpfelová, L. (2008) Environmental Pollution. Volume 14: Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow. Ed.Springer. New York, USA.
29. <http://virtualwater.eu/>
30. <http://www.urbanecoist.com/peak-water-water-is-the-new-black-oil/>
31. <http://www.relatividad.es/content/agua-virtual-y-huella-hídrica-por-una-mejor-gestión-del-agua>
32. http://www.fao.org/nr/water/index_es.html
33. (<http://www.jornada.unam.mx/2010/08/01/index.php?section=opinion&article=023a1eco>)
34. <http://hispagua.cedex.es/documentacion/especiales/cambio/introduccion.htm>
35. <http://www.ipcc.ch>
36. <http://www.irpaa.org/colheita/f8.htm>
37. <http://www.fomezero.gov.br>
38. http://www.sitecurupira.com.br/meio_ambiente/barraginha.htm
39. <http://www.guiadelacalidad.com/analisis-dafo.php>
40. <http://www.23edce.com/wp-content/themes/blog/dafo.php>

Anexos

FICHA A	SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE - ESTRELA DE ALAGOAS SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ATENÇÃO BÁSICA
----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

ENDEREÇO			NÚMERO	BAIRRO	CEP		
MUNICÍPIO			SEGMENTO	ÁREA	MICROÁREA	FAMÍLIA Nº	DATA

CADASTRO DA FAMÍLIA

PESSOAS COM 15 ANOS OU MAIS (NOME)	DATA DE NASCIMEN	IDADE	SEXO	ALFABETIZAÇÃO		OCUPAÇÃO	DOENÇA OU CONDIÇÃO (SIGLA)
				SIM	NÃO		

PESSOAS 0 A 14 ANOS (NOME)	DATA DE NASCIMEN	IDADE	SEXO	ESCOLA		OCUPAÇÃO	DOENÇA OU CONDIÇÃO (SIGLA)
				SIM	NÃO		

SIGLAS PARA A INDICAÇÃO DE DOENÇAS E/OU CONDIÇÕES REFERIDAS		
ALC - ALCOOLISMO	DME - DISTÚRBO MENTAL	HAN - HANSENÍASE
CHA - CHAGAS	EPI - EPILEPSIA	MAL - MALÁRIA
DEF - DEFICIÊNCIA FÍSICA	GES - GEATAÇÃO	TBC - TUBERCULOSE
DIA - DIABETES	HA - HIPERTENSÃO ARTERIAL	

SITUAÇÃO DA MORADIA E SANEAMENTO

TIPO DE CASA	
TIJOLO / ADOBE	
TAIPA REVESTIDA	
TAIPA Ñ REVESTIDA	
MADEIRA	
MATERIAL APROVEITADO	
OUTROS - ESPECIFICAR	
Nº DE CÔMODOS / PEÇAS	
ENERGIA ELÉTRICA	
DESTINO DO LIXO	
COLETADO	
QUEIMADO / ENTERRADO	
CÉU ABERTO	

TRATAMENTO DA ÁGUA NO DOMICÍLIO	
FILTRAÇÃO	
FERVURA	
CLORAÇÃO	
SEM TRATAMENTO	
ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
REDE PÚBLICA	
POÇO OU NASCENTE	
OUTROS	
DESTINO DE FEZES E URINA	
SISTEMA DE ESGOTO (REDE)	
FOSSA	
CÉU ABERTO	

OUTRAS INFORMAÇÕES

ALGUÉM DA FAMÍLIA POSSUI PLANO DE SAÚDE		NÚMERO DE PESSOAS COBERTAS POR PLANO DE SAÚDE:	
NOME DO PLANO DE SAÚDE			

EM CASO DE DOENÇA PROCURA	
HOSPITAL	
UNIDADE DE SAÚDE	
BENZEDEIRA	
FARMÁCIA	
OUTROS - ESPECIFICAR:	
MEIOS DE COMUNICAÇÃO QUE MAIS UTILIZA	
RÁDIO	
TELEVISÃO	
OUTROS - ESPECIFICAR:	

PARTICIPA DE GRUPOS COMUNITÁRIOS	
COOPERATIVA	
GRUPO RELIGIOSO	
ASSOCIAÇÕES	
OUTROS - ESPECIFICAR:	
MEIOS DE TRANSPORTE QUE MAIS UTILIZA	
ÔNIBUS	
CAMINHÃO	
CARRO	
CARROÇA	
OUTROS - ESPECIFICAR:	

OBSERVAÇÕES

--

FAMÍLIA	MEMBROS	FAIXA ETÁRIA			SEXO		ALFABETIZADOS		Nº CÔMODOS DA CASA	ELETRICIDADE	SANEAMENTO		TRANSPORTE			ENFERMIDADES		OCUPAÇÃO			
		ADULTO 15 - XX	JOVEM 8 - 14	CRIANÇA 0 - 7	HOM.	MULH.	HOM.	MULH.			FOSSA	CÉU ABERTO	A PÉ	CARRO	MOTO	Nº	SIGLA	AG	AP	EST	OUT
1	4	2	1	1	3	1	2	1	5	1		1			1			1			1
2	2	1	1	0	0	2	0	0	4	1		1	1					1			
3	2	2	0	0	1	1	0	0	5	1	1				1			2			
4	3	3	0	0	2	1	1	0	6	1	1		1			1	HA	2	1		
5	3	3	0	0	2	1	0	1	2	1		1	1					3			
6	4	2	1	1	2	2	1	2	4	1		1	1					2			
7	1	1	0	0	0	1	0	0	5	1	1			1					1		
8	2	2	0	0	1	1	0	0	7	1	1		1					1	1		
9	2	2	0	0	1	1	1	0	4	1		1	1			1	DIA, HA	2			
10	2	2	0	0	1	1	0	1	9	1	1		1			1	DIA, HA	2			
11	9	6	3	0	2	7	1	7	6	1	1		1					2		4	
12	1	1	0	0	0	1	0	0	5	1	1		1						1		
13	2	2	0	0	1	1	0	1	6	1	1		1						1		1
14	2	2	0	0	1	1	0	0	8	1	1		1			1	HA		2		
15	4	2	2	0	1	3	0	2	6	1		1	1			1	DEF	2			
16	2	2	0	0	1	1	0	0	5	1	1		1			1	HA	1	1		
17	2	2	0	0	1	1	0	0	4	1		1	1			1	DEF		2		
18	3	2	0	1	1	2	1	1	5	1	1		1					2			
19	2	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1		1					1			
20	2	2	0	0	1	1	0	0	8	1	1		1						2		
21	3	2	1	0	2	1	1	1	3	1		1	1					2			
22	7	2	3	2	3	4	3	2	5	1	1		1					2			
23	3	1	2	0	1	2	1	1	6	1		1	1						1		
24	3	2	1	0	2	1	2	1	5	1	1				1			2			
25	2	2	0	0	1	1	0	1	6	1	1		1			1	DEF, HA		2		
TOTAL PARCIAL	72	51	16	5	32	40	15	23	131	25	16	9	21	1	3	8	6-HA; 2-DIA; 2-DEF	30	15	4	2

FAMÍLIA	TOTAL DE MEMBROS	FAIXA ETÁRIA			SEXO		ALFABETIZADOS		Nº CÔMODOS DA CASA	ELETRICIDADE	SANEAMENTO		TRANSPORTE			ENFERMIDADES		OCUPAÇÃO			
		ADULTO 15 - XX	JOVEM 8 - 14	CRIANÇA 0 - 7	HOM.	MULH.	HOM.	MULH.			FOSSA	CÉU ABERTO	A PÉ	CARRO	MOTO	Nº	SIGLA	AG	AP	EST	OUT
26	1	1	0	0	0	1	0	0	6	1	1		1			1	HA	1			
27	4	3	1	0	1	3	0	2	5	1	1		1			1	HA	2			1
28	4	2	2	0	2	2	2	2	5	1	1				1			2			
29	2	2	0	0	1	1	0	0	6	1	1		1			1	HA	2			
30	3	3	0	0	1	2	0	2	7	1	1		1					3			
31	2	2	0	0	2	0	2	0	7	1	1		1					1	1		
32	1	1	0	0	0	1	0	1	5	1	1		1					1			
33	3	3	0	0	2	1	1	1	5	1	1		1					1			2
34	2	2	0	0	1	1	0	0	5	1	1			1		1	HA	1	1		
35	4	1	0	3	3	1	0	1	7	1	1				1						1
36	4	4	0	0	2	2	2	2	11	1	1				1			1		2	1
37	4	2	1	1	2	2	0	2	6	1	1		1					2			
38	4	2	2	0	2	2	1	2	5	1	1			1		1	EPI	2			
39	3	3	0	0	1	2	0	0	7	1	1		1			1	HA	2			
40	3	2	1	0	1	2	0	2	6	1	1		1			1	HA	1	1		
41	3	2	0	1	2	1	1	1	7	1	1				1			1			1
42	3	2	1	0	1	2	1	2	8	1	1		1			1	HA	1	1		
43	2	2	0	0	1	1	1	0	6	1	1		1			1	HA, DIA	2			
44	2	2	0	0	1	1	0	1	6	1	1		1			1	HA		2		
45	2	2	0	0	1	1	0	0	7	1	1				1			2			
46	5	4	1	0	3	2	2	1	5	1	1		1			1	DME	2			2
47	3	3	0	0	1	2	0	1	5	1	1		1			2	HA	2			1
48	3	3	0	0	1	2	0	0	6	1	1		1			2	DIA	2	1		
49	2	2	0	0	0	2	0	1	5	1	1		1					1			1
50	1	1	0	0	0	1	0	0	6	1	1		1					1			
TOTAL PARCIAL	70	56	9	5	32	38	13	24	154	25	25	0	18	2	5	15	11-HA; 1-EPI; 2-DIA; 1-DME	36	7	6	6

FAMÍLIA	TOTAL DE MEMBROS	FAIXA ETÁRIA			SEXO		ALFABETIZADOS		Nº CÔMODOS DA CASA	ELETRICIDADE	SANEAMENTO		TRANSPORTE			ENFERMIDADES		OCUPAÇÃO			
		ADULTO 15 - XX	JOVEM 8 - 14	CRIANÇA 0 - 7	HOM.	MULH.	HOM.	MULH.			FOSSA	CÉU ABERTO	A PÉ	CARRO	MOTO	Nº	SIGLA	AG	AP	EST	OUT
51	4	3	1	0	2	2	2	2	5	1	1		1					3			
52	4	2	1	1	1	3	1	1	6	1	1		1					2			
53	4	2	1	1	1	3	1	2	6	1	1		1			1	HA	2			
54	2	2	0	0	1	1	0	0	5	1		1	1			1	DEF		2		
55	6	5	1	0	3	3	1	2	4	1		1	1			1	HA	3	1	1	
56	4	1	2	1	3	1	2	0	4	1	1			1				1			
57	4	1	2	1	3	1	2	0	4	1	1			1				1			
58	1	1	0	0	0	1	0	0	4	1	1		1			1	HA		1		
59	6	4	2	0	3	3	3	3	6	1	1		1					2		2	
60	4	2	1	1	3	1	2	1	8	1	1		1					2			
61	1	1	0	0	0	1	0	0	8	1	1		1						1		
62	4	2	0	2	3	1	1	1	5	1	1		1					2			
63	2	2	0	0	0	2	0	2	7	1	1		1						1	1	
64	4	2	1	1	1	3	1	2	10	1	1		1					1		1	
65	6	3	3	0	1	5	0	4	7	1	1		1					1	2		
66	4	3	0	1	2	2	1	2	7	1	1		1					1		1	
67	5	5	0	0	1	4	1	3	7	1	1		1					1		3	
68	4	4	0	0	2	2	2	2	5	1	1		1							2	
69	2	2	0	0	1	1	0	0	7	1	1		1			1	HA		2		
70	2	2	0	0	1	1	0	1	5	1	1				1	1	DIA, HA	2			
71	5	5	0	0	2	3	2	3	13	1	1		1			1	DIA			3	
72	2	2	0	0	1	1	0	1	5	1	1		1			1	DIA, HA		2		
73	2	2	0	0	1	1	1	1	9	1	1		1						2		
74	3	3	0	0	2	1	2	0	7	1	1		1			1	HA	2	1		
75	3	2	0	1	1	2	1	1	5	1	1		1					1		1	
TOTAL PARCIAL	88	63	15	10	39	49	26	34	159	25	23	2	22	2	1	9	7-HA; 1-DEF; 3-DIA	27	15	13	8

RESUMO DE INFORMAÇÕES - FICHA A
SÍTIO IPUEIRAS

FOLHA 4

FAMÍLIA Nº	MEMBR OS	FAIXA ETÁRIA			SEXO		ALFABETIZADOS		Nº CÔMODOS DA CASA	ELETR.	SANEAMENTO		TRANSPORTE			ENFERMIDADES		OCUPAÇÃO			
		ADULTO 15 - XX	JOVEM 8 - 14	CRIANÇA 0 - 7	HOM.	MULH.	HOM.	MULH.			FOSSA	CÉU ABERTO	A PÉ	CARRO	MOTO	Nº	SIGLA	AG	AP	EST	OUT
76	4	2	1	1	3	1	2	1	8	1	1		1			1	DIA	2			
77	4	4	0	0	2	2	2	2	11	1	1		1			2	HA	1	1	1	1
78	5	2	2	1	2	3	2	2	6	1	1		1							2	
79	3	3	0	0	2	1	2	1	8	1	1		1			1	HA	2		1	
80	3	3	0	0	1	2	1	1	10	1	1		1			1	HA, EPI		3		
81	3	2	0	1	1	2	1	1	4	1	1		1					2			
82	2	2	0	0	1	1	1	1	7	1	1		1			1	HA	2			
83	1	1	0	0	1	0	0	0	6	1	1		1						1		
84	1	1	0	0	1	0	1	0	9	1	1			1				1			
85	2	2	0	0	0	2	0	2	10	1	1		1					1		1	
86	4	2	2	0	2	2	1	1	5	1	1		1			1	HA	2			
87	3	2	0	1	2	1	0	1	7	1	1		1					2			
88	4	2	1	1	1	3	0	2	6	1	1		1					2			
89	3	3	0	0	2	1	1	1	7	1	1		1			1	HA	2		1	
90	4	2	2	0	1	3	0	3	5	1	1		1					2			
91	3	3	0	0	1	2	0	2	6	1	1		1					2		1	
92	4	4	0	0	2	2	1	2	7	1	1		1					3		1	
93	4	2	0	2	3	1	0	1	7	1	1		1					2			
94	2	2	0	0	1	1	1	1	8	1	1			1				1			
95	4	2	1	1	2	2	0	1	5	1	1		1					2			
96	3	1	2	0	2	1	2	1	4	1	1		1			1	EPI	1			
97	3	2	0	1	1	2	1	1	5	1	1		1					2			
98	2	2	0	0	1	1	1	1	6	1	1		1					2			
99	3	2	0	1	1	2	1	1	5	1	1				1			2			
100	3	3	0	0	2	1	2	1	6	1	1				1	1	HA		2	1	
TOTAL PARCIAL	77	56	11	10	38	39	23	31	168	25	25	0	21	2	2	10	7-HA; 1-DIA; 2-EPI	38	7	6	4

RESUMO DE INFORMAÇÕES - FICHA A
SÍTIO IPUEIRAS

FAMÍLIA	MEMBROS	FAIXA ETÁRIA			SEXO		ALFABETIZADOS		Nº CÔMODOS DA CASA	ELETR.	SANEAMENTO		TRANSPORTE			ENFERMIDADES		OCUPAÇÃO				
		ADULTO 15 - XX	JOVEM 8 - 14	CRIANÇA 0 - 7	HOM.	MULH.	HOM.	MULH.			FOSSA	CÉU ABERTO	A PÉ	CARRO	MOTO	Nº	SIGLA	AG	AP	EST	OUT	
101	2	2	0	0	1	1	0	0	5	1	1		1			1	HA	1			1	
102	2	2	0	0	1	1	1	1	3	1	1		1					1			1	
103	2	2	0	0	1	1	1	1	8	1	1		1			1	DIA, HA			1		1
104	5	5	0	0	3	2	2	1	5	1	1		1					2			3	
105	3	3	0	0	1	2	1	2	6	1	1		1								1	2
106	3	3	0	0	1	2	1	2	6	1	1		1			1	HA	2			1	
107	2	2	0	0	1	1	1	1	6	1	1		1					2				
TOTAL PARCIAL	19	19	0	0	9	10	7	8	39	7	7	0	7	0	0	3	3-HA; 1-DIA	8	1	6	4	

RESULTADOS TOTAIS

FAMÍLIA	TOTAL DE MEMBROS	FAIXA ETÁRIA			SEXO		ALFABETIZADOS		Nº CÔMODOS DA CASA	ELETRICIDADE	SANEAMENTO		TRANSPORTE			ENFERMIDADES		OCUPAÇÃO			
		ADULTO 15 - XX	JOVEM 8 - 14	CRIANÇA 0 - 7	HOM.	MULH.	HOM.	MULH.			FOSSA	CÉU ABERTO	A PÉ	CARRO	MOTO	Nº	SIGLA	AG	AP	EST	OUT
TOTAL	326	245	51	30	150	176	84	120	651	107	96	11	89	7	11	45	34-HA 9-DIA 3-EPI 3-DEF 1-DME	139	45	35	24
MEDIAS	3,047								6,0841							10,429					
%		75,15	15,6	9,2025	46	54	56	68,18		100	89,7	10,28	83,2	6,54	10,3	14		57	18	14	9,8
					%		73,6462094									%		66,53061224			

AS FAMÍLIAS TÊM UMA MÉDIA DE 3,05 MEMBROS

AS CASAS TÊM UMA MÉDIA DE 6,08 CÔMODOS

POPULAÇÃO ADULTA = 75,2%

POPULAÇÃO ENTRE 8 E 14 ANOS = 15,6%

POPULAÇÃO ENTRE 0 E 7 ANOS = 9,2%

46% DA POPULAÇÃO - SEXO MASCULINO

54% DA POPULAÇÃO - SEXO FEMININO

73,64% DA POPULAÇÃO MAIOR DE 7 ANOS É ALFABETIZADA

56% DOS HOMENS ADULTOS SÃO ALFABETIZADOS

68% DAS MULHERES ADULTAS SÃO ALFABETIZADAS

100% DAS CASAS TÊM ENERGIA ELÉTRICA

89,7% DAS CASAS TÊM SANEAMENTO COM FOSSA

10,28% DAS CASAS NÃO TÊM SANEAMENTO

83% DAS FAMÍLIAS NÃO DISPÕEM DE NENHUM TIPO DE TRANSPORTE

6,54% DAS FAMÍLIAS DISPÕEM DE CARRO

10% DAS FAMÍLIAS DISPÕEM DE MOTO

14% DA POPULAÇÃO SOFRE DAS ENFERMIDADES APONTADAS

10% DA POPULAÇÃO SOFRE DE HIPERTENSÃO ARTERIAL

66% DA POPULAÇÃO ADULTA É TRABALHADORA

57% DA POPULAÇÃO ADULTA É AGRICULTORA

10% DA POPULAÇÃO ADULTA TRABALHA EM OUTRAS ATIVIDADES

18% DA POPULAÇÃO ADULTA É APOSENTADA

14% DA POPULAÇÃO ADULTA É ESTUDANTE

TOTAL DE 107 FAMÍLIAS

TOTAL DE 326 HABITANTES

HA HIPERTENSÃO ARTERIAL

DIA DIABETES

EPI EPILEPSIA

DEF DEFICIÊNCIA FÍSICA

DME DEFICIÊNCIA MENTAL



Ministério do
Meio Ambiente



RELATÓRIO INDIVIDUAL DE VIAGEM

REQUISITADO: PROGRAMA ÁGUA DOCE

NOME: Juliana Sheila de Araújo

IDENTIDADE: 2001001333083

CPF: 028.113.934-20

CARGO/FUNÇÃO: Bióloga

CIDADE: Maceió

OBJETIVO DA VIAGEM:

Realizar trabalhos de sustentabilidade e mobilização social nas comunidades localizadas no entorno da segunda UD do PAD em Alagoas, no município de Estrela de Alagoas.

DESTINO: Estrela de Alagoas

UF: AL

PERCURSO: Palmeira dos Índios

UF: AL

FORMA DE LOCOMOÇÃO: Veículo

SAIDA: 03/12/08

ÀS

6:30

HORAS

RETORNO: 04/12/08

ÀS

17:00

HORAS

RELATÓRIO

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

A implantação da segunda UD do PAD em Alagoas, no município de Estrela de Alagoas, que teve início no dia 25 de novembro, foi marcada pela realização de reuniões envolvendo membros das duas esferas, sociedade civil e do governo. A primeira reunião ocorreu entre representantes do PAD e do município (prefeitura, vereadora, associações, dentre outros) que, após a apresentação do referido Programa pela representante do MMA, Solange Amarilis, e da UD, pelo coordenador técnico Everaldo Porto, foi discutido e deliberado as responsabilidades e competências de cada ator envolvido, a fim de otimizar recursos e envolvê-los no processo de construção e gerenciamento da UD (FIGURA 1A).

Na segunda reunião, a apresentação ocorreu utilizando uma linguagem mais compreensível, uma vez que foi direcionado para a comunidade. Na ocasião, durante apresentação da estrutura física e de funcionamento de uma UD do PAD, a comunidade a ser beneficiada foi questionada quanto ao interesse da implantação da unidade, que foi aprovada pela maioria dos presentes, por meio de votação (FIGURA 1B).



A



B

FIGURA 1 – Reuniões de apresentação do PAD, com as lideranças locais (A) e com a

comunidade (B).

Na semana seguinte, nos dias 03 e 04 de dezembro, iniciaram-se as atividades de construção civil, sustentabilidade ambiental e mobilização social.

As técnicas responsáveis pelos componentes de mobilização social e sustentabilidade ambiental, na ocasião, realizaram trabalhos conjuntos de reconhecimento da comunidade a ser atendida pela UD, a fim de fortalecer e integrar as ações desenvolvidas

Para isso, foram identificadas as agentes de saúde de cada comunidade, a fim de obter apoio para os trabalhos, e uma caracterização ambiental e da estrutura sócio-econômica, especialmente com respeito ao acesso e uso da água inicial da localidade. As informações foram coletadas com uso do formulário padrão do componente de sustentabilidade ambiental, além de informações complementares solicitadas pelas técnicas.

Foi contatada apenas uma agente comunitária de saúde, a Sra. Vera Lúcia, responsável pelas comunidades de Pé-de-Serra, Impueira de Cima e Jiquiri. Algumas informações gerais a respeito das comunidades localizadas próximas ao local de implantação da UD também foram fornecidas pelo presidente da associação de produtores rurais de São Sebastião, e secretário municipal de agricultura, Sr. Cícero Pinheiro.



FIGURA 2 – Sra. Vera Lúcia, agente das comunidades de Pé-de-Serra, Impueira de Cima e Jiquiri – Estrela de Alagoas.

Segundo a agente de saúde, as comunidades que se localizam no entorno da futura UD, e que potencialmente serão usuárias da água e assistidas pelo PAD, são: Mangabeiras, Marcação, Impueira de Cima, Nova Espanha, Povoado Impueiras (Impueira de Baixo), Jiquiri e Pé de Serra, perfazendo um total de 07 (sete) comunidades. Porém, apenas 03 (três) comunidades estão localizadas no máximo a 1 km do local de implantação do chafariz e UD: Pé-de-Serra, Impueira de Cima e Jiquiri.

Essas comunidades possuem um núcleo residencial na comunidade de Impueira de Baixo, onde estão localizados o único posto de saúde, a associação de produtores rurais de São Sebastião, a escola e a igreja.

A maior parte das residências é de alvenaria e todas as comunidades citadas possuem energia elétrica, estando algumas casas em fase de regularização por meio do programa Luz para Todos. Quanto ao saneamento básico, não há coleta de lixo, abastecimento de água encanada e rede de esgoto, sendo as casas providas de fossas sépticas. O acesso à água ocorre utilizando-se os açudes e barreiros locais, cisternas e poços artesianos, e nos períodos de estiagem, por meio de carros pipas.

As principais atividades econômicas são a agricultura e pecuária, com produção de milho, feijão, mandioca e frutas típicas da região (pinha e caju) e criação de aves, caprinos e bovinos, sendo os produtos comercializados na feira-livre do município de Estrela de Alagoas, no dia de domingo.

Quanto às informações relativas às comunidades de Pé-de-Serra, Impueira de Cima e Jiquiri, pertencentes à área de atuação da agente de saúde entrevistada, o contingente populacional aproximado é de 40, 90 e 80 famílias, respectivamente. A faixa etária predominante é de 10 a 25 anos.

Essa população obtém água de açudes e cisternas. Os açudes próximos são temporários, de forma que no verão a população chega a se deslocar cerca de 3 km para obter água em açudes particulares (pertencentes ao Sr. Dunga e Sr. Severino), não sendo cobradas taxas para seu uso. O Sr. Dunga cobra apenas que os usuários realizem a limpeza do açude.

Foi visitado um pequeno açude temporário bastante utilizado pelas comunidades, localizado próximo ao local onde está sendo construída a UD. Este encontrava-se seco, contendo apenas uma pequena poça de água devido à minação, margeado por plantações de milho e mandioca, e sem proteção alguma que evitaria contaminação por animais, sendo observadas fezes em sua margem (FIGURA 3). Porém, para algumas pessoas entrevistadas, a água é limpa quando o açude está cheio.

Foram relatados casos em que, devido a alguma desavença com algum usuário do açude, pessoas o sujaram utilizando animais ou pisoteando o fundo para elevação das partículas, deixando a água barrenta.



FIGURA 3: Açude onde as comunidades do entorno da UD do PAD coletam água em períodos chuvosos.

Quanto às cisternas, foi informado que metade das residências da comunidade Pé-da-Serra as possuía.

Há um poço em funcionamento há 12 anos, na comunidade Impueira de Cima, cuja água é

utilizada para dessedentação animal (FIGURA 4). Três residências estão ligadas ao referido poço por tubulações através das quais utilizam a água para banho e serviços gerais.



FIGURA 4: Poço utilizado pela comunidade para dessedentação animal e usos gerais.

O transporte e o armazenamento da água coletada nos açudes são feitos em tambores plásticos com tampa, sendo a coleta realizada com auxílio de mangueira. Nas residências, o armazenamento é complementado por potes de barro e, em alguns casos, filtros de barro. Também merece destaque que, para os moradores, a retirada da água do açude com uma cumbuca (denominada “cuia sagrada”), evita que a água venha barrenta ou que a “mineração não se estraga”.

Durante a conversa, a agente relatou que a população é acometida por doenças relacionadas à qualidade da água ofertada e aos cuidados higiênico-sanitários, como dermatites e verminoses. O posto de saúde fornece hipoclorito e as agentes também recomendam que as pessoas fervam a água, porém muita gente ainda não toma esses cuidados.

Uma mudança de comportamento foi verificada no povoado Pé-da-Serra, quando este foi contemplado com o programa de combate à Doença de Chagas da FUNASA, que incluiu construção de casas com banheiros e fossas, mobilização social e educação ambiental. Segundo a agente, as famílias que participaram do processo tornaram-se bem esclarecidas quanto aos cuidados higiênico-sanitários.

Para a entrevistada, a religiosidade das pessoas, que fazem parte de um grupo denominado “Legião de Maria”, no povoado de Jiquiri, torna a comunidade mais acessível para o repasse de informação e melhoria de comportamento. Além disso, o grupo faz reuniões educativas, que às vezes são aproveitadas pelas agentes para repasse de informações.

Porém, apesar desses casos, a agente considera que a maior parte das pessoas das comunidades que ela atende sabe das recomendações, mas não as executa, fazendo-as apenas nos momentos das visitas.

As próprias agentes também organizam ciclos de palestras uma vez no mês, na escola, Unidade de Saúde da Família, ou na associação, o que pode ser aproveitado para as atividades do PAD.

Não há coleta de lixo nessas comunidades, sendo este queimado nos quintais das casas (seguindo recomendação da agente de saúde), ou, no caso de restos de alimentos, lançado no terreno ou enterrado para adubar as plantas, ou jogado para as galinhas e porcos.



Ministério do
Meio Ambiente



Por fim, a agente de saúde se dispôs a participar de todo o processo de mobilização social e sustentabilidade ambiental do PAD nas comunidades, destacando que acredita na ajuda das colegas das comunidades vizinhas. Como não foi possível encontrá-las, será marcada outra visita ao local para finalização da caracterização das demais comunidades, busca de apoio para o trabalho, além de verificação das condições de outros açudes que fornece água a essas pessoas.

LOCAL: Maceió

DATA: 10 de dezembro de 2008

ASSINATURA:

BSERVAÇÃO:

QUANDO TRATAR-SE DE VIAGEM DE ESTUDO, PALESTRA, PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSO E CERTAMES ANEXAR CÓPIA XEROGRÁFICA DO TRABALHO OU DOCUMENTO QUE COMPROVE A PARTICIPAÇÃO DO SERVIÇO NO EVENTO.



ACORDO DE GESTÃO DO SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO DA COMUNIDADE IMPUEIRAS, MUNICÍPIO DE ESTRELA DE ALAGOAS - AL



JULHO/2009

Parceiros Nacionais



Parceiros Executores



Coordenação Nacional

Ministério do
Meio Ambiente



Parceiros Nacionais



Parceiros Executores



Coordenação Nacional

Ministério do
Meio Ambiente



ACORDO DE GESTÃO DO SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO DA COMUNIDADE IMPUEIRAS, MUNICÍPIO DE ESTRELA DE ALAGOAS - AL



Nós da comunidade Impueiras, Município de Estrela de Alagoas, em reunião realizada no dia 05 de maio de 2009, às 16h30min, resolvemos que o sistema de dessalinização dessa localidade obedecerá às seguintes regras de funcionamento:

1. A responsabilidade pelo funcionamento do dessalinizador da comunidade Impueiras será do operador do sistema Sr. **Paulo Sérgio Cirilo dos Santos**, sob a supervisão do grupo gestor.

1.1. As atribuições do operador são as seguintes: ligar e desligar o equipamento; fazer a distribuição da água de boa qualidade; cuidar do equipamento obedecendo às instruções recebidas no curso; não permitir que outras pessoas manuseiem o equipamento; evitar a entrada de animais nas imediações do sistema para evitar danos ao mesmo; lavar o tanque de água limpa de **15 em 15 dias** e o de água bruta de **30 em 30 dias**.

1.2. O grupo gestor é formado por: **Vera Lúcia Santos da Silva, Marinilza Leite da Silva, Cícero Pinheiro da Silva, Sebastião Felix da Silva, Cristiano Freitas de Carvalho, Paulo Sérgio Cirilo dos Santos**.

1.3. As atribuições do grupo gestor são: supervisionar o funcionamento do dessalinizador; gerir o fundo de gestão e prestar contas a comunidade mensalmente; ouvir as queixas e sugestões da comunidade sobre o funcionamento do dessalinizador; marcar reuniões com a comunidade para eventuais mudanças no acordo de gestão.

2. O horário de funcionamento do equipamento será de **13h00min às 16h00min** nas segundas, quartas e sextas-feiras.

2.1. O horário de distribuição de água será as **6h00min às 11h00min** nas segundas, quartas e sextas-feiras.

3. Terão direito a água dessalinizada todas as famílias que moram nas comunidades de Pé de Serra, Impueiras e Jiquiri.

3.1. A quantidade distribuída por família será de **40lt** de água nas segundas e quartas-feiras; e **60 lt** nas sextas-feiras.

3.2. A água dessalinizada deve ser utilizada para beber, cozinhar, escovar os dentes e dar banho em recém nascidos.

4. Para cobrir os custos de manutenção do sistema de dessalinização e gratificar o operador vai ser formado um fundo de reserva para pequenos reparos que ficará aos cuidados do Grupo Gestor sob a responsabilidade de **Cícero Pinheiro da Silva e Sebastião Felix da Silva**.

4.1. As famílias beneficiadas irão contribuir com uma taxa de **R\$ 3,00** para quem for associado e **R\$ 5,00** para não associados, que serão coletados mensalmente.

4.2. A prestação de contas será feita **mensalmente**, em reuniões marcadas pelo grupo gestor.

4.3. Sempre que houver discordâncias sobre alguma das regras do acordo uma reunião deve ser marcada com a comunidade, para que sejam feitas as modificações necessárias.

5. A contrapartida da prefeitura municipal de Estrela de Alagoas é pagar a energia elétrica.

5.1. O governo do estado de Alagoas, por intermédio da SEMARH, terá como responsabilidade prestar assistência técnica e orientação à comunidade, através dos técnicos treinados pelo PAD.

5.1. É responsabilidade do Programa Água Doce, pela parceria entre a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente – SRH/MMA e BNDES, recuperar e instalar o sistema de dessalinização dessa comunidade; construir o tanque de contenção; treinar o operador; orientar a comunidade na construção do acordo de gestão; contribuir com o manejo sustentável dos recursos hídricos locais.

6. A comunidade verificará se o acordo está sendo cumprido através das visitas que serão feitas, mensalmente, pelo grupo gestor para conversar com o operador e examinar as fichas dos usuários.

Estrela de Alagoas, 21 de Julho de 2009.

Teotônio Brandão Vilela Filho

Governador do Estado de Alagoas

Vicente Andreu Guillo

Secretário de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
SRHU/MMA

Renato Saraiva Ferreira

Coordenador Nacional do Programa Água Doce

José Almerino da Silva

Prefeito de Estrela de Alagoas

Fernando Castilho

Gerente Regional do BNDES

Ana Catarina Pires de Azevedo Lopes

Secretária de Estado do Meio Ambiente e dos
Recursos Hídricos

Marcos Fernando Carneiro Carnáuba

Coordenador Estadual do Programa Água Doce

Cícero Pinheiro da Silva

Presidente da Associação Comunitária dos Produtores
Rurais de São Sebastião



ACORDO DE GESTÃO DA UNIDADE DEMOSTRATIVA DA COMUNIDADE IMPUEIRAS, MUNICÍPIO DE ESTRELA DE ALAGOAS-AL



JULHO/2009

Parceiros Nacionais



Parceiros Executores



Coordenação Nacional

Ministério do
Meio Ambiente



Parceiros Nacionais



Parceiros Executores



Coordenação Nacional

Ministério do
Meio Ambiente



ACORDO DE GESTÃO DA UNIDADE DEMOSTRATIVA DA COMUNIDADE IMPUEIRAS, MUNICÍPIO DE ESTRELA DE ALAGOAS-AL



Nós, da comunidade Impueiras, município de Estrela de Alagoas, AL, em reunião realizada no dia 16 de julho de 2009, às 18h00min, resolvemos que o acordo de gestão da Unidade Demonstrativa para aproveitamento do concentrado do sistema de dessalinização dessa localidade obedecerá às seguintes regras de funcionamento, para criação de peixes:

1. A responsabilidade pelo funcionamento da Unidade Demonstrativa de Impueiras será do grupo gestor, escolhido em reunião realizada no dia 16 de julho de 2009 pela comunidade.

1.1. O grupo gestor é formado por: **Jesivalto Umbelino da Silva Nascimento** (tesoureiro), **José Correia dos Santos** (secretário), **Verinaldo Santos da Silva**, **Cícero Pinheiro da Silva**, **Sebastião Felix da Silva**, **Claudinei Domingos da Silva**.

1.2. O grupo gestor terá as seguintes atribuições: acompanhar a despesca e a comercialização do peixe; fazer a prestação de contas; reunir a comunidade quando for necessário fazer qualquer mudança ou ajuste no acordo de gestão; assegurar, junto à comunidade, o zelo da Unidade Demonstrativa.

1.3. Caso algum dos componentes do grupo gestor não queira mais participar do mesmo, deve ser substituído, em reunião, com a participação da comunidade.

1.4. Para trabalhar diariamente, no primeiro ano de funcionamento da UD, foram escolhidos os senhores: Jesivalto Umbelino da Silva Nascimento; José Correia dos Santos; Verinaldo Santos da Silva, conforme termos de responsabilidade assinados pelos mesmos.

1.5. As responsabilidades das pessoas que estão trabalhando na UD são: alimentar os peixes, fazer a medição de pH, salinidade e oxigênio, ligar e desligar o aerador, fazer amostragem para cálculo da ração, fazer a limpeza dos tanques e fazer a despesca.

1.6. Essas atividades devem ser exercidas de acordo com as orientações recebidas no curso de capacitação, obedecendo à tabela de tarefas para criação de peixes.

1.7. Caso haja alguma eventualidade (afastamento por motivo superior), só poderão substituir o grupo escolhido para executar as tarefas na UD outras pessoas que tenham as mesmas habilidades exigidas, preferencialmente as já capacitadas.

2. O peixe produzido será de responsabilidade da Associação Comunitária dos Produtores Rurais de São Sebastião.

2.1. No primeiro ano, o peixe será todo vendido.

2.2. Será cobrado um preço diferenciado para a comunidade, cujo valor será definido após a primeira despesca, quando serão contabilizados os custos e definido o preço final.

3. Os custos para funcionamento e manutenção da UD serão advindos da venda dos peixes.

3.1. Da venda dos peixes, 40% serão depositados em uma conta bancária que será aberta em nome de representantes do grupo gestor. Esse dinheiro será utilizado para a manutenção da UD, a partir do segundo ano de funcionamento.

3.2. Serão destinados 30% da venda da produção à gratificação das pessoas que estão realizando as atividades diárias na UD, 15% para vigilância da UD e os outros 15% ficarão sob a responsabilidade do grupo gestor como um fundo de reserva.

3.3. A vigilância será realizada por: Cícero Antônio de Lima e Jonas Antônio da Silva.

4. A contrapartida da prefeitura é pagar a energia elétrica para o funcionamento da UD.

4.1. O Governo do Estado de Alagoas, através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH, do Instituto do Meio Ambiente – IMA, da Secretária de Estado da Assistência e do Desenvolvimento Social – SEADES, terá como responsabilidade prestar assistência técnica para a criação do peixe, garantindo o bom funcionamento da UD.

4.2. É responsabilidade do Programa Água Doce, por meio da parceria entre a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente – SRH/MMA e do Banco de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, instalar a UD, treinar os operadores para o manejo dos peixes, orientar a comunidade na construção do acordo de gestão, disponibilizar toda a ração e os alevinos no primeiro ano de funcionamento da UD e 50% da ração no segundo ano.

5. A prestação de contas à comunidade será feita após cada venda do peixe, em reuniões marcadas pelo grupo gestor.

5.1. Sempre que houver discordâncias sobre alguma das regras do acordo, uma reunião deve ser marcada com a comunidade, para que sejam feitas as modificações necessárias.

Estrela de Alagoas, 21 de Julho de 2009.

Teotônio Brandão Vilela Filho

Governador do Estado de Alagoas

Vicente Andreu Guillo

Secretário de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
SRHU/MMA

Renato Saraiva Ferreira

Coordenador Nacional do Programa Água Doce

José Almerino da Silva

Prefeito de Estrela de Alagoas

Fernando Castilho

Gerente Regional do BNDES

Ana Catarina Pires de Azevedo Lopes

Secretária de Estado do Meio Ambiente e dos
Recursos Hídricos

Marcos Fernando Carneiro Carnaúba

Coordenador Estadual do Programa Água Doce

Cícero Pinheiro da Silva

Presidente da Associação Comunitária dos Produtores
Rurais de São Sebastião



Agua para todos



Un camino hacia la Sustentabilidad

Ministerio del Medio Ambiente

PREMISAS DEL PROGRAMA AGUA DULCE

Lanzado en 2004, el Programa Agua Dulce fue concebido y elaborado de forma participativa durante el año de 2003, conjugando participación social, protección ambiental, involucramiento institucional y gestión comunitaria local.

El Agua Dulce se fundamenta en algunas premisas básicas del contexto mundial y nacional. Entre ellas:

- El compromiso del Gobierno Federal de garantizar a la población de la región semi-árida el acceso al agua de buena calidad.
- La Declaración del Milenio, que presenta como meta atender, hasta el 2015, la mitad de la población que no tiene acceso permanente y sostenible al agua potable.
- El Capítulo 18 de la Agenda 21, que orienta la mantención de oferta adecuada de agua de buena calidad, el desarrollo de fuentes nuevas y alternativas de abastecimiento de agua, como la desalinización y el reciclaje, y la delegación, a las comunidades y a los individuos beneficiados, de la responsabilidad por la implementación y el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua.
- La deliberación de la I Conferencia Nacional del Medio Ambiente de Brasil, que propone la elaboración y la implementación de un plan de acción nacional de combate a la desertificación, que promueva programas y proyectos de desalinización del agua de pozos artesanales en comunidades afectadas por la sequía, con la capacitación de las personas atendidas y el aprovechamiento sustentable de los residuos de la actividad.
- Las premisas de la Declaración del Semi-árido brasileño: la conservación, el manejo sustentable, la recomposición ambiental de los recursos naturales del Semi-árido y el acceso al agua.

Ministerio del Medio Ambiente

Secretaria de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano

Departamento de Revitalización de Cuencas Hidrográficas

Programa Agua Dulce

SEPN 505 - Bloco B - Térreo - Edifício Marie Prendi Cruz

CEP 70.730-540 - Brasília - DF

Telefone: (61) 3105-2112/2114

Fax: (61) 3105-2121

E-mail: aguadoce@mma.gov.br

Site: www.mma.gov.br

EJECUTORES



Núcleos Estaduais do
Programa Água Doce

AL • BA • CE • ES • MA

MG • PB • PE • PI • RN • SE

SOCIOS NACIONAIS



Ministério da
Integração
Nacional

COORDINACION NACIONAL

Ministerio de
Medio Ambiente



PROGRAMA AGUA DULCE/ AGUA PARA TODOS

El **Programa Agua Dulce** es una acción del gobierno federal coordinada por el Ministerio de Medio Ambiente de Brasil, a través de la Secretaria de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano, en alianza con instituciones federales, estaduais, municipales y sociedad civil.

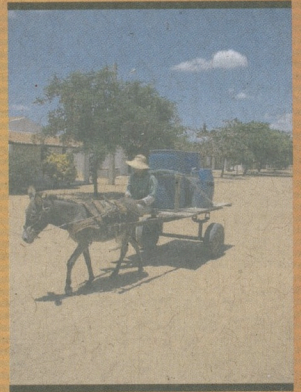
El objetivo del programa es el establecimiento de una política pública permanente de acceso al agua de buena calidad para el consumo humano a través de la promoción y disciplinamiento de la implementación, la recuperación y la gestión de sistemas de desalinización ambiental y socialmente sostenibles, utilizando esta u otras tecnologías alternativas para atender, prioritariamente, a las poblaciones de baja renta residentes en el Semi-árido brasileño.

En cada estado del semi-árido brasileño hay un Nodo Estadual, que es la instancia máxima de decisión, y una Coordinación Estadual con su respectivo Grupo Ejecutivo, compuesto por técnicos capacitados por el **Programa Agua Dulce** y coordinado por el órgano estadual de recursos hídricos. En las localidades atendidas, la gestión del sistema es hecha por el Nodo Local a partir de un acuerdo celebrado entre todos, con la participación del estado y la municipalidad.

CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN DE LOCALIDADES

Las localidades que serán beneficiadas con la recuperación o la implantación de sistemas de desalinización serán seleccionadas a partir de los siguientes criterios mínimos en el ámbito de cada estado: el menor Índice de Desarrollo Humano por Municipio, los menores índices pluviométricos, la ausencia o dificultad de acceso a otras fuentes de abastecimiento de agua potable y el mayor índice de mortalidad infantil. La situación de criticidad será definida a través de la metodología adoptada por el componente de sustentabilidad ambiental.

Para la implantación de sistemas productivos sostenibles, los municipios deberán atender a criterios técnicos específicos.



Ministerio del Medio Ambiente/PAD

COMPONENTES DEL PROGRAMA

El **Programa Agua Dulce** está estructurado en cuatro componentes: gestión, investigación, sistemas de desalinización y sistemas productivos/ unidades demostrativas. El componente gestión, que es el diferencial del Programa, comprende los siguientes sub-componentes: formación de recursos humanos; diagnósticos técnico y ambiental; sistema de informaciones; movilización social; sustentabilidad ambiental; apoyo al gerenciamiento; sistema de monitoramiento; operacionalización y manutención de los sistemas.

La formación de recursos humanos tiene como objetivo el capacitar a los técnicos de órganos estaduais y federales que actúen en la gestión de aguas, en los temas de desalinización, producción, movilización social y sustentabilidad. La formación de la población de los municipios beneficiados es realizada con el objetivo de dar sustentabilidad a la operacionalización y a la gestión de los sistemas de desalinización y de producción.

Los diagnósticos son fundamentales para el conocimiento de los niveles de criticidad socioambiental que definirán la selección de los municipios que serán beneficiados, bien como de las condiciones en las que se encuentran los sistemas de desalinización que serán recuperados.

El sistema de informaciones y el sistema de monitoramiento son instrumentos básicos para la gestión, el seguimiento técnico y el control social de la metodología aplicada.

El componente investigación está direccionado, en el primer momento, al desarrollo de una tecnología nacional para la producción de las membranas responsables por la separación de las sales en el equipo de desalinización, como también para la optimización del sistema de producción de las plantas halófitas (que se alimentan de sales), la acuicultura y la nutrición animal.

LA MOBILIZACIÓN SOCIAL Y EL ACUERDO PARA LA GESTIÓN

La movilización social es un sub-componente de gestión coordinado por el Laboratorio de Sociología Aplicada de la Universidad Federal de Campina Grande (en el Estado de Paraíba) y ejecutado por el equipo de técnicos capacitados por el Programa Agua Dulce en cada estado.

Objetivos:

- Contribuir para el establecimiento de bases sólidas de cooperación y participación social en la gestión de los sistemas de desalinización y de los sistemas productivos.
- Colaborar en el proceso de definición de los acuerdos que garantizarán el funcionamiento a largo plazo de los desalinizadores y de los sistemas productivos.
- Mediar la interlocución, las negociaciones y los conflictos de intereses entre los diferentes actores sociales involucrados en el proceso de implementación de los sistemas de desalinización y de los sistemas productivos.

El Acuerdo es el documento aprobado por la comunidad, en el cual están establecidas las reglas que definirán los derechos y los deberes de todas las personas beneficiadas por el agua dulce de buena calidad y por la utilización del concentrado.

El Acuerdo debe ser firmado por todas las familias beneficiadas por el agua del desalinizador y también por los representantes de las instituciones públicas que apoyarán la gestión del sistema de desalinización por la comunidad. En las comunidades beneficiadas por la instalación de unidades demostrativas, el Acuerdo local incluye también las reglas que orientan la gestión del sistema productivo. Los Acuerdos también ayudan a resolver los conflictos internos y permiten que la propia comunidad tome las decisiones relacionadas a la gestión del sistema de desalinización.

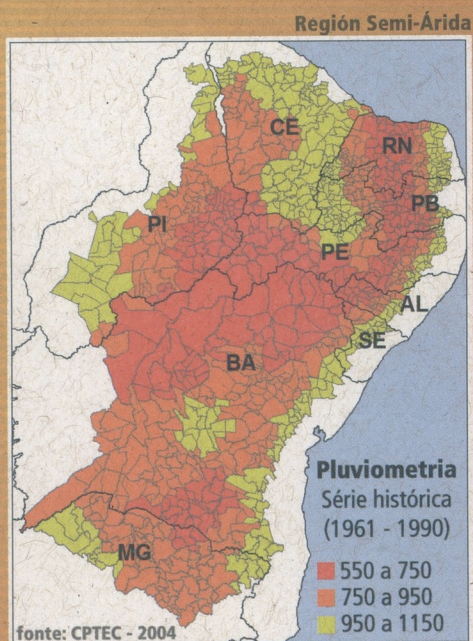
LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

El Programa Agua Dulce tiene el compromiso de garantizar el manejo sustentable de los recursos hídricos, promoviendo la convivencia con la región semi-árida a partir de la sustentabilidad ambiental. En ese sentido, el sub-componente de gestión trabaja en cinco dimensiones: social, ambiental, económica, espacial y cultural. Es coordinado por la Embrapa Meio Ambiente y ejecutado por el equipo de técnicos capacitados en cada estado.

Uno de los objetivos es hacer de los sistemas productivos y de desalinización, sistemas auto-sustentables, a través de la capacitación de agentes locales multiplicadores.

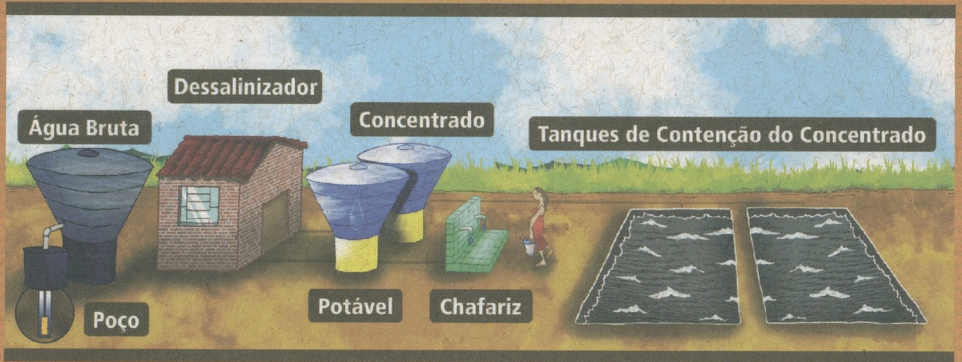
Entre los instrumentos está la evaluación de la situación de riesgo socioambiental de las localidades para la definición de cuáles regiones serán beneficiadas. Esta evaluación es elaborada en base al método "Novo Rural" y al Índice de Sustentabilidad Ambiental (ISA-AGUA), utilizando planillas de caracterización y priorización de las familias que indican los factores limitantes (críticos) relacionados:

- A la disponibilidad, acceso y uso del agua proveniente de desalinizadores.
- A la disponibilidad, acceso y uso del agua proveniente de otras fuentes.
- Al destino de los efluentes (concentrado, alcantarillas etc).
- A los aspectos generales (carreteras, energía, cooperativas, etc.).



SISTEMA DE DESALINIZACIÓN

El sistema de desalinización está compuesto por un pozo tubular profundo, una bomba del pozo, un reservatorio de agua bruta, un abrigo de albañilería, una fuente, un desalinizador, un reservatorio de agua potable, un reservatorio y tanques de contención de concentrado (efluente).



El agua subterránea salobre o salina es captada a través de un pozo tubular profundo y almacenada en un reservatorio de agua bruta. Luego, esta agua pasa por el desalinizador, que utiliza el proceso de ósmosis inversa.

La ósmosis inversa es un proceso en el cual las membranas, que funcionan como un filtro de alta potencia, logran sacar del agua la cantidad y los tipos de sales deseados, separando el agua potable del agua concentrada en sales.

El agua desalinizada es almacenada en un reservatorio de agua potable, para la distribución a la comunidad, y el concentrado es almacenado en un reservatorio que será enviado a los tanques de contención y de evaporación. De acuerdo a las costumbres de la comunidad y a la calidad química del concentrado, parte del efluente puede ser utilizado en bebedores de animales para desdentición animal o "agua de gasto".

En las comunidades que reúnan los requisitos técnicos establecidos por el programa, ese concentrado puede ser utilizado en el sistema productivo integrado sustentable. El Programa Agua Dulce prevé el acceso mínimo de 5 litros de agua potable por persona/día en los municipios beneficiados.



SISTEMA DE PRODUCCIÓN INTEGRADO

El sistema de producción integrado fue desarrollado por el Embrapa Semi-árido para constituirse en alternativa de uso adecuado para el efluente (concentrado) del sistema de desalinización, minimizando los impactos ambientales y contribuyendo a la seguridad alimentaria.

Ese sistema utiliza los efluentes de la desalinización de aguas subterráneas salobres o salinas en una combinación de acciones integradas de forma sustentable. Está compuesto por cuatro subsistemas interdependientes:



1. En un primer momento, el sistema de desalinización convierte el agua en potable.



2. En un segundo momento, el efluente del desalinizador (el concentrado), o sea la solución salobre o salina, es enviada a los tanques de cultivos de peces (tilapia), en ese sistema de producción integrada.



3. En un tercer momento, el efluente (concentrado) de esta creación, enriquecido en materia orgánica, es aprovechado para la irrigación de la zampa (*Atriplex nummularia*) que, a su vez, es utilizada en la producción de heno.



4. En un cuarto momento, el forraje, con un valor proteico de entre 14 y 18%, es utilizado para el engorde de caprinos y/u ovinos de la región, terminando así el ciclo del sistema de producción integrada ambientalmente sustentable.

El sistema productivo utiliza un área total aproximada de 2 hectares y está compuesto por 2 viveros para el cultivo de tilapia, 1 tanque para reciclaje del concentrado enriquecido en materia orgánica (1 hectárea) y un área irrigada para el cultivo de la zampa (1 hectare), además de un área para la producción de heno.

Para que una localidad pueda recibir la implantación del sistema productivo integrado, además de los criterios de criticidad generales del Programa Agua Dulce, deben ser atendidas las siguientes condiciones:

- Flujo mínimo del pozo de 2.000 l/h y calidad química adecuada del concentrado de la desalinización.
- Propiedades del suelo compatibles con el sistema de irrigación de la zampa (textura, profundidad, relieve/declividad).
- Disponibilidad de área para la implantación del sistema (con titularidad pública);
- Presencia de exploración ganadera (caprinos/ovinos).
- Presencia de comunidad con experiencia cooperativa.

El Programa Agua Dulce prevé la implantación de 22 unidades demostrativas de referencia, o sea 2 en cada estado atendido por el Programa.

LA UNIDAD DEMONSTRATIVA

Una Unidad Demonstrativa es un sistema de producción integrado donde se realizan visitas, exposiciones, clases y demostraciones del proceso productivo con el objetivo de replicación del modelo.

