

## **TECHOS NATURADOS COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN VIVIENDAS ECOLÓGICAS EN BRASIL.**

D.Sc. Professor Luiz Pinguelli Rosa\*, M.Sc. Sylvia Meimaridou Rola\*\*<sup>a</sup>, M.Sc. Márcia  
Cristina Espiñeira Dias\*\*, Arq. Johnny Ugalde Vicuña\*\*.

\* Coordinador General del Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais – IVIG, y Director del Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Centro de Tecnologia, Bloco I-2000 Sala 129, Cidade universitária, 21945-970 zip code, Rio de Janeiro-RJ, Brazil.

\*\* Investigadores del IVIG/COPPE/UFRJ.

<sup>a</sup> [sylvia@adc.coppe.ufrj.br](mailto:sylvia@adc.coppe.ufrj.br)

Línea temática: Contextos Sociales de Intervención Social.

### RESUMEN

Este trabajo busca analizar la aplicación de la innovación tecnológica por medio de un sistema de naturación de azoteas, utilizando ahorros energéticos y ambientales probando materiales ecológicos y los beneficios de la arquitectura bioclimática aplicada en situaciones donde se utilizan plantas fitoterápicas provenientes de la biodiversidad brasileña. Este tipo de vegetación será usado como propuesta de mecanismo de salud preventiva, así como para auxilio en la subsistencia, en la mejora de la polución de la atmósfera local y control del microclima. Otra importante contribución de este trabajo es la posibilidad de permitir la utilización racional del agua por captación a través de los techos naturados.

A partir del supuesto de que este tipo de iniciativa sea implementado en la periferia de los grandes centros urbanos, el abordaje social encuentra su justificativo en la contribución que este tipo de vivienda puede proporcionar a la población. Desde el punto de vista del confort ambiental de viviendas, proporciona una alternativa de trabajo social comunitario, generando empleo y renta, así como la posibilidad de utilización de los fitoterápicos por estas mismas familias, permitiendo la implementación de medidas de salud preventiva local.

Este trabajo tiene como escenario inicial la ciudad de Río de Janeiro<sup>1</sup>, Brasil, dentro de una propuesta habitacional para el desarrollo social en Brasil, contribuyendo a mejorar el contexto físico, económico y social de los actuales modelos de asentamientos poblacionales urbanos. En este contexto, el trabajo permitiría una mejora en la calidad de vida asociada con una validación energética de acciones multisectoriales integradas, con beneficios para el medio Ambiente, el medio construido, energía y salud.

Este trabajo es parte de un proyecto financiado por el Ministerio de la Ciencia y Tecnología (20%) y el ministerio del Medio Ambiente (20%), de Brasil, para construir parcialmente el prototipo de la vivienda y para la investigación acerca de la eficiencia energética de materiales de construcción ecológicos. Como soporte el proyecto tiene algunas instituciones de investigación que pertenecen a la REDNATUR (Red Latinoamericana de Naturación): Universidad Autónoma Chapingo – México, Universidad de Habana – Cuba, Escuela Superior Politécnica Del Litoral - Ecuador, Universidad Nacional de La Paz - Bolivia, Escuela Técnica de NeuBrandenburg, Universidad Técnica de Berlín, Universidad Humboldt de Berlin – Alemania, Universidad Politécnica de Madrid – España y la Universidad Federal de Rio de Janeiro - Brasil. Bien como La Industria Federal Brasileña de Petróleo – PETROBRAS.

---

<sup>1</sup> La ciudad de Río de Janeiro tiene 5.857.904 habitantes, esto dentro del Brasil, un país de 174.636.673 habitantes, con una tasa de desempleo de 6,2% (IBGE, 2002) y un déficit habitacional de 6 millones de viviendas.

## INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de las ciudades, la proliferación de las construcciones se ha tornado casi incontrolable. La implementación de las innovaciones tecnológicas promueve este proceso de crecimiento urbano y posibilita la saturación de construcciones. El área verde, tan presente y supuestamente integrada al espacio urbano, deja de ser considerada como bien público, pasando a abrigar un nuevo ordenamiento del espacio, más de tipo económico que social. Esto ha generado su pérdida de carácter en cuanto escenario de interrelaciones y coordinaciones consensuales de conducta cultural que, según Maturana (1997), se entiende como la posibilidad de estabilidad transgeneracional de configuraciones de conductas adquiridas ontogénicamente<sup>2</sup> en la dinámica comunicativa de un medio social. Esta descaracterización, a su vez, genera una conducta de demanda desvirtuada por la desigualdad derivada de la instauración de un modelo económico injusto, orientado para el consumismo desenfrenado, que corrobora y legitima, hasta la actualidad, una conformación urbanística y arquitectónica casi totalmente desvinculada del medio natural.

Aún mas, Maturana comenta que *el paraíso es el mundo anterior a la sobrecarga ecológica provocada por el humano*, entendiéndose con esto que las actividades desarrolladas por el humano a lo largo de su existencia, se basaban inicialmente en la apropiación y posterior transformación<sup>3</sup> de una realidad bruta, *in natura*, por una adecuación de demanda de uso. En términos económicos, esta transformación a tenido su fundamento en el consumo y el modelo de desarrollo industrial que propició el surgimiento de una generación espontánea de la demanda que, según Dupuy (1980), es regida por dos especies de razonamiento: La producción de bienes *distintivos* y la disminución de su durabilidad. Es el consumo como forma de distinción social que rige la acción humana. Consecuentemente, la producción de las ciudades está, inevitablemente, respaldada en la demanda de consumo de un bien distintivo y de baja durabilidad.

Pero, ¿como se configura la baja durabilidad de un *bien distintivo edificado*? Actualmente, el planeamiento de la producción de las ciudades no tiene como englobar el tiempo de longevidad de las mismas ni la dinámica de su propia transformación y crecimiento. En la forma en que la sociedad está distintamente organizada, donde la desigualdad social y económica es un hecho, el espacio planeado se torna un bien distintivo. Es decir, que organiza la ciudad formal e intenta organizar la informal con la urbanización de *favelas*<sup>4</sup> pero, mientras tanto, sufre con la impotencia estimativa de su proliferación, con la imposibilidad de estimar los caminos de su expansión.

El modo de desarrollo industrial de producción de ciudades brasileñas resulta, hoy, en el rechazo del contingente miserable, donde el exilio en *favelas* confirma la partición de la ciudad, en el surgimiento de nuevas áreas públicas y, por fin, en la estanqueidad de áreas anteriormente permeables. Tomemos por ejemplo la consolidación, en Brasil, del modelo de transporte individual en detrimento del colectivo, potencializado, por la industria de derivados del petróleo<sup>5</sup>. Esta actividad transformó las calles de las ciudades brasileñas, que eran de piedras y que permitían el escurrimiento de aguas lluvias más allá de los sistemas de drenaje urbanos, las mismas que pasaron a ser asfaltadas para atender a la demanda de

---

<sup>2</sup> Es decir, que son adquiridas a lo largo del desarrollo del individuo desde su fecundación hasta su madurez para su reproducción.

<sup>3</sup> Léase *dominio*, pues toda intención de transformar algo en alguna cosa diferente trae una no-aceptación de la realidad como ella es. Consecuentemente, ya que toda negación genera una ruptura, se deriva de allí el desacoplamiento estructural del humano en cuanto parte inherente del mundo natural.

<sup>4</sup> Tugurio. En este caso, esta urbanización es apenas un *paliativo* para dominar lo que parece estar huyendo al control del Estado y que viene a amenazar la distinta ciudad formal, tema que no será discutido aquí.

<sup>5</sup> Con el uso y aplicación de algunos de los siguientes productos: asfalto, llantas, combustibles, impermeabilizantes, entre otros.

la industria neumática. En contraparte, tener una calle asfaltada pasó a ser un bien distintivo, pues genera una situación social, perpetuándose, así, la desigualdad.

En esta guerra por la diferenciación, el espacio urbano fue perdiendo su parte de la naturaleza y, se muestra cada vez más incapaz de abrigar su población de baja renta, que pasa a vivir cada vez más lejos. Esto, añadido a un servicio de transporte público deficitario, típico de las ciudades Brasileñas, lleva al trabajador brasileño, ineluctablemente, a adoptar el espacio público como dormitorio<sup>6</sup>. Al migrar para las áreas verdes públicas como plazas, parques y jardines, esta población esboza una composición aterradora que sugiere la violencia inminente, lo que estimula el cercamiento, por el resto de la sociedad. Esta misma sociedad presiona al Estado que pasa a encerrar las plazas con alambrados y muros, iniciando así el proceso de su propio aniquilamiento, tanto del espacio público, cuanto de la propia vida urbana. La saturación de los grandes centros urbanos clasificados como mega ciudades<sup>7</sup>, constriñe sus áreas verdes, cediendo lugar para nuevas construcciones distintivas que acaban por potencializar los problemas ambientales urbanos de Polución de la atmósfera, islas de calor, lluvia ácida, inundaciones, entre otros problemas.

Con el intento de transformar en área ajardinada, el área edificada de la ciudad, progresivamente impermeable, es que surge el concepto de *naturación de áreas construidas*.

El concepto de naturación de áreas construidas implica involucrar la vida urbana y rural en un medio ambiente donde la naturaleza recupere el protagonismo, a través del uso de especies vegetales que mejoren las condiciones de vida de una forma sensible y sostenible.

La opción por la palabra *naturación* se basa en la terminología latina *Natura* que significa naturaleza en su sentido más amplio. La naturación urbana trata de transformar en biótopos los edificios y los espacios urbanos en una forma económica y ecológicamente optimada. Esto permitirá que los techos naturados, unidos a través de pasillos verdes, faciliten la circulación de la atmósfera y mejoren el microclima de la ciudad, mediante la reducción de emisiones e inmisiones acústicas, térmicas y ópticas tanto como de materiales no deseables.

Las ventajas de la cubierta naturada son:

- Actuación positiva en el clima de la ciudad y de la región proporcionada por la retención de polvo y de sustancias contaminantes suspendidas en el aire;
- Aumento del área verde útil;
- Influye en los espacios abajo de la cubierta, en el verano, provocado por la evapotranspiración del as plantas;
- Disminución de las pérdidas de calor en el invierno, lo que presupone economía de energía;
- Aumento del aislamiento térmico;
- Absorción del ruido;
- Prolongación del tiempo de la cubierta, con relación a las cubiertas impermeabilizadas;
- Mejora del grado de humedad;
- Reducción de la carga de agua que soportan las canalizaciones urbanas;

---

<sup>6</sup> Realidad vivida, en Brasil, por los MTST – Movimiento de los Trabajadores Sin Techo.

<sup>7</sup> Ciudades con más de 10 millones de habitantes, bajo la clasificación de la ONU (2001).

- Reducción del efecto de *isla de calor*.

La propuesta de la naturación con plantas medicinales provenientes de la biodiversidad brasileña, añade un carácter original e interesante en múltiples aspectos, tan relacionado al proceso de naturación propiamente dicho, cuanto relacionado a la medicina preventiva, por medios naturales. Además de ser un mecanismo que obliga el constante mantenimiento de la cubierta vegetal de las viviendas debido a sus múltiples usos.

### OBJECTIVOS

Este trabajo tiene como objetivo el estudio de la viabilidad y potencialidad de la aplicación del sistema de naturación en azoteas, en proyectos gubernamentales de viviendas de interés social, con la perspectiva de que el uso de plantas medicinales, juntamente con la implementación de medidas preventivas de salud, puedan intervenir de manera favorable en la comunidad, contribuyendo a su sustentabilidad con la generación de empleo y renta, y el mejoramiento de la calidad de vida.

La utilización de las plantas medicinales puede proporcionar la generación de empleo y renta pues el cultivo de las especias no requiere cuidados especiales. Añadiéndose a esto, la comercialización de estas plantas es hecha en pequeñas cantidades que necesitan básicamente de deshidratación y son de fácil manoseo. El procesamiento de este material no exige grandes inversos pudiendo generar ahorro y al mismo tiempo ser consumido por los propios productores.

Todos los hechos apuntados arriba contribuyen, de diferentes maneras, para una mejora de la a calidad de vida de la comunidad que vive en las viviendas naturadas, bien como para la ciudad como un todo. Debiese observar que al fornecer un subsidio que complemente la oferta de empleo y renta de esta comunidad puedase interaccionar con la cuestión socio-económica. Además, la perspectiva ambiental también está contemplada, como foco principal delante al desarrollo sustentable de ciudades.

### MATERIALES Y METODOS

La naturación de azoteas consiste en la aplicación de un sistema de vegetación en superficies construidas. Por lo tanto, traer el verde a las áreas ya edificadas, pasa por el aspecto técnico de la capacidad de soporte de las estructuras. Técnicamente, no todas las construcciones tienen capacidad de aguantar el peso de un jardín convencional que varía de 700 a 1.200kg/m<sup>2</sup>. Delante de este dato y de los problemas ambientales que las mega ciudades venían sufriendo, los estudios de superposición de variables resultaran en el desarrollo de un sistema de espesura mínima para reducir el peso, con una vegetación específica para soportar condiciones extremas, sustratos controlados (es decir, que no sean tan ricos en nutrientes para evitar la proliferación de otras especias vegetales traídas por la fauna local) y la impermeabilización inhibidora de la proliferación de las raíces.

Actualmente existen las normas españolas de naturación (NTJ 11E e NTJ 11I) que describen las especificaciones del sistema de naturación que puede ser: intensivo, semi-intensivo y extensivo. En la tabla que sigue, se puede comparar las características de cada sistema según su clasificación.

	<b>Sistemas de Naturación</b>		
<b>Características</b>	<b>Intensivo</b>	<b>Semi-Intensivo</b>	<b>Extensivo</b>
<b>Carga superficial</b>	De 700 a 1.200kg/m <sup>2</sup>	De 100 a 700Kg/m <sup>2</sup>	Hasta 100kg/m <sup>2</sup>
<b>Espesor vegetal</b>	Superior a 250cm	5cm < x < 100cm	5cm < x < 15cm

<b>Espesor del sustrato</b>	x > 20	10cm < x < 30cm	x < 10cm
<b>Tipo de vegetación</b>	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo extensivo
<b>Mantenimiento</b>	Intenso	Medio	Bajo o ningún

Una de las actividades desarrolladas, directamente relacionada con la propuesta presentada, fue el montaje de módulos experimentales (de 1m<sup>2</sup> cada uno), que es la simulación del sistema de naturación en escala real y de tamaño reducido. La pertinencia de la reproducción de este experimento, ahora en la COPPE/UFRJ, se da por dos motivos principales: (1) por el hecho de que el sistema aún es nuevo y por lo tanto, no está adaptado a las condiciones operacionales de Brasil, y (2) el experimento servirá de estudio preliminar, para su posterior utilización en losas de cobertura de la *Casa Ecológica*, que va a ser construida en el *campus* de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil. Esta es una etapa importante, por constituirse de fuente de datos de monitoreo para futuros proyectos en comunidades y por permitir el alejamiento de posibles imprevistos no analizados en la elaboración teórica del tema.

En estos módulos experimentales, se intenta ensayar la adaptación de los materiales locales que compondrán todas las capas del sistema que, a su vez, se compone de los siguientes ítems:

- Capa de vegetación;
- Capa de sustrato de soporte de vida vegetal;
- Capa separadora filtrante;
- Capa de drenaje;
- Capa separadora de protección<sup>8</sup>;
- Capa de impermeabilización;
- Soporte de base.

Para cada una de las capas, algunos materiales ya tienen predefinición donde han sido identificados equivalentes autóctonos de la región de ensayo (la isla del *Fundão*, en la ciudad de Río de Janeiro), mientras que otros materiales, cuya correlación aún no tuvo identificación, serán probados alternativas locales de bajo costo energético y financiero, además de observadas su adecuación. Después de ejecutados y debidamente naturados, estos módulos experimentales serán escenario de mediciones de evaportranspiración, saturación, filtración, drenaje y calidad del agua, para alimentar planillas comparativas de datos ya obtenidos en la ciudad de México; además, serán también medidas la inercia térmica en cada módulo para ver si la variación del espesor del sistema interfiere en la eficiencia energética de la tecnología.

Para el caso de estos módulos experimentales, además de realizar la simulación, será trabajado el sistema en su forma extensiva de menor espesor, que es la versión ecológica<sup>9</sup>, por lo tanto, más ligero y que más prescinde de los cuidados, cuyos componentes son:

<sup>8</sup> Las capas separadoras filtrante y de protección son compuestas por el mismo material y se diferencian únicamente en su función.

<sup>9</sup> La cobertura ecológica es así considerada por estar más orientada a funcionar como un área de integración con el medio ambiente externo a la construcción.

- Capa de vegetación: La vegetación a ser aplicada en los módulos experimentales será de la familia de las *crasulaceae*, también conocidas por suculentas, por tratarse de especies que además de alcanzar un porcentaje máximo de cobertura de la superficie, resisten a situaciones extremas como, bajo mantenimiento, largos plazos de seca, altas temperaturas, acumulación temporal de agua, fuertes radiaciones solares, fuertes incidencias de vientos, contaminación de la atmósfera urbana; además de tener un crecimiento controlado, estas especies poseen algún componente estético (diferentes colores y presencia de flores), desarrollo rápido de encubrimiento del área, bajo peso, bajo riesgo de incendiarse, las raíces son superficiales y no son alérgicas.
- Camada de sustrato de soporte de vida vegetal: El sustrato es una mezcla de elementos capaces de mantener el nivel de nutrientes, humedad y oxígeno durante un período de tiempo económicamente viable; debe tener buena capacidad de retención de agua, alto contenido de fracción mineral, alto contenido de materia orgánica de origen natural, alta capacidad de intercambio de cationes, alta bio-estabilidad, homogeneidad en la mezcla, buena capacidad de re-humectación, baja tasa de contracción, libre de patógenos vegetales y de fitotoxicidad residual, componentes de baja inflamabilidad, baja salinidad, baja alcalinidad, bajo contenido de cal activa (virgen), estabilidad en el mantenimiento de sus propiedades y baja compactación.
- Capa separadora filtrante y capa separadora de protección: El material a ser utilizado es el geotextil, material de fibra sintética que se asemeja a un fieltro, que tiene la capacidad de impedir el paso de partículas finas del sustrato y la consecuente obstrucción de la capa de drenaje, y que debe obedecer a los siguientes criterios: Resistencia a la ruptura y a la compresión, ser imputrescible, ser compatible con materiales que están en contacto, no proporcionando reacciones químicas, permeabilidad hídrica de hasta 10 (diez) veces superior al del sustrato, no permitir el crecimiento de raíces, de estructura duradera y estable y resistente a la acción de microorganismos.
- Capa de drenaje: Esta capa deberá coleccionar las precipitaciones y riegos excedentes en toda la superficie y conducirlos a los desagües. El material utilizado en esta capa debe ser de origen mineral, lo más liviano posible, preferiblemente poroso, y rollizo para que no ofrezca riesgo de perforación para la membrana impermeabilizante y con partículas de diámetro no menor que 10mm ( $\varnothing > \phi = a$  1cm). En el caso de los módulos experimentales será adoptada como drenaje la arcilla expandida, pues es ligera, de perfil circular y posee características físicas apropiadas.
- Capa de impermeabilización: La función de esta capa es la de proteger el soporte de base de toda y cualquier humedad proveniente del medio externo, pasando por el sistema, asegurando la estanqueidad del mismo. Esta capa es extremadamente importante y demanda estudios profundos en cuanto al tipo a ser utilizado para impermeabilizar el soporte de base, donde el sistema de naturación va a ser aplicado. Como característica física, la membrana debe tener alta resistencia a la perforación, para evitar el traspase de posibles raíces que a su vez hayan traspasado el geotextil, por el efecto físico de empuje. Como característica química, la membrana debe tener un componente ante-raíz. En el mercado existen dos tipos básicos de impermeabilizantes para este fin: el de PVC (*polyvinyl chloride*) y la manta asfáltica.
- Soporte de base: Esta última capa va a soportar toda la carga del sistema que cuando hidratado llega a su máximo. En el caso de la naturación extensiva con espesor de hasta 10cm (diez centímetros), cuando esta totalmente saturado puede llegar a tener un peso de 100kg/m<sup>2</sup>.

El presente propuesto tiene como objetivo construir cuatro (4) módulos experimentales de superficies naturadas donde se intenta ensayar los elementos orgánicos e inorgánicos que componen el sistema (impermeabilizante, drenaje, sustrato y vegetación), para adecuar esta tecnología a la realidad climática y tecnológica brasileña.

La estructura metodológica<sup>10</sup> de este trabajo seguirá las siguientes etapas:

- Definición de la localización de los módulos en un sitio de fácil acceso. Para tal sería pertinente la localización de los módulos en una región de intensa insolación.
- Construcción de cuatro (4) cajas de metal de, 1,20m x 1,20m por 15cm de altura cada una, encajadas en una estructura de soporte en madera, con pies de 10cm, para permitir la medición de la temperatura en diversos horarios del día. El fondo de la caja, que soportará el sistema, será de metal por el hecho de este ser un óptimo conductor térmico. Esto permitirá que las mediciones de la temperatura tomadas a lo largo del día, comparadas con la temperatura de la superficie del sistema, puedan ser más significativas, dando cuenta de la conductividad térmica del sistema. Todo esto para que, después de la colecta de datos, en el caso brasileño, se haga posible la comparación con aquellos obtenidos con el mismo experimento en México (MACHADO, 2002).
- Instalación del sistema de naturación extensiva en los cuatro módulos. Para instalar el sistema, se hace necesario el desarrollo de las actividades listadas en la *oficina de naturación*, presentada posteriormente y que servirán para el desarrollo potencializado<sup>11</sup> de la producción de los componentes del sistema para las losas.
- Acoplamiento del aparato de flujo superficial. Este aparato medirá el tiempo y la cantidad del agua de lluvia que será captado por el sistema.
- Simulación de la instalación de paneles fotovoltaicos, para observar el desarrollo de las plantas y comparar los datos con un proyecto semejante desarrollado en la TU-Berlín.
- Monitoreo de los módulos.

La lista que sigue, de la *oficina de naturación*, es una ampliación de las etapas que deben ser desarrolladas para el experimento y consecuentemente, para su potencialización por las comunidades. En anexo, presentase la lista de las especies de la biodiversidad brasileña que pueden ser indicadas como plantas medicinales.

#### *oficina de naturación*

##### Parte Botánica

- Definición de especies autóctonas:
- Reproducción de las especies (invernadero y bandejas de esquejes).

##### Parte Técnica

- Levantamiento y definición del impermeabilizante ante-raíz (solamente para losas);
- Estudio de carga de soporte del sistema extensivo (100kg/m<sup>2</sup>) por losas armadas;

##### Parte Agronómica

- Estudio de adecuación de materiales de rocas para drenaje (arcilla expandida);

---

<sup>10</sup> Estructura metodológica basada en la metodología del curso “Naturación de Áreas Construidas y desarrollo sustentable de ciudades”.

<sup>11</sup> Por “desarrollo potencializado” entiende-se el factor de multiplicación del sistema de 4m<sup>2</sup> para 180m<sup>2</sup>, a ejemplo del área a ser naturada en el proyecto de la *Casa Ecológica*.

- Estudio de adecuación de materiales de rocas y vegetales para el uso en mezclas, para sustratos.

Necesidades Físicas:

Parte Botánica

- Un área para servir de invernadero para la reproducción y mantenimiento de las especies vegetales que serán utilizadas en los módulos (500 esquejes para el experimento e 9.000 esquejes para naturalizar las losas (86,20m<sup>2</sup>) de la casa ecológica);
- Bandejas de reproducción para esquejes. Para las 9.000 esquejes, serán necesarias 45 bandejas de 200 esquejes cada.
- Punto de agua;

Parte Agronómica

- Espacio para estocar, mezclar y testar los materiales de roca y vegetales para los sustratos (piedra pomex, turba, humus, arena fina, arena roja, arcilla expandida, fibra de coco, etc.)

## RESULTADOS

La investigación acerca de la naturalización hace parte de un Convenio con la REDNATUR (*Red Latino-Americana de Naturación*), que es una red integrada de universidades latino-americanas<sup>12</sup>, las cuales desarrollan investigaciones de adecuación de este sistema de cubierta vegetal en superficies construidas, largamente utilizado en países como Alemania, España, Rusia y México, y cuentan con el apoyo de la *Technische Universität zu Berlin - TU-Berlin, University of Applied Sciences – Landscape Architecture – am der Fachhochschule Neubrandenburg und die Institut für Agrar - und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin*<sup>13</sup>.

Este trabajo deriva de una investigación anterior iniciada en la *Universidad Autónoma Chapingo – UACH*, en México, durante el Diplomado de *Naturación de áreas construidas y desarrollo sustentable de ciudades*, ocurrido entre 2000 y 2001, que tuvo como parte práctica la aplicación del sistema de naturalización en 4 losas (90m<sup>2</sup> cada una) en edificios pertenecientes a la propia UACH. Para la aplicación del sistema, varias actividades preliminares fueron desarrolladas como parte fundamental de las etapas del proceso, para comprender mejor el procedimiento de preparación y montaje de este sistema.

La propuesta está en fase de implementación, por lo tanto no se tiene evidencias de resultados, (datos brasileños). La caracterización de la investigación al utilizar plantas medicinales presenta buenas perspectivas que en múltiples aspectos pueden venir a contribuir para la minimización de la desigualdad provocada por el sistema regido por el paradigma neoliberal.

## CONCLUSIONES

---

<sup>12</sup> En países tales como Cuba, México, Ecuador, Bolivia, y Brasil.

<sup>13</sup> Universidad Técnica de Berlín, Escuela Técnica de Neubrandenburg y Universidad Humboldt de Berlín.

Como consideraciones, puédele citar además del expuesto anteriormente algunos desdoblamientos que deben todavía ser evaluados. Entre ellos se puede citar:

- Valuación de las ventajas y desventajas del uso en mayor escala;
- Valuación de la capacidad de los moradores de mantener su techo;
- Verificación del acceso al techo;
- Búsqueda de las especies autóctonas con carácter medicinal que mejor se adaptan a la estructura de la naturación.

Este trabajo trata de la adaptación de una tecnología a la realidad brasileña, para su posterior repase, a la población, en vista que se atinja los índices de sustentabilidad enumerados por la *Agenda 21*. Con esto, se intenta de contribuir para el desarrollo sustentable de un país tan asolado por las iniquidades provenientes del paradigma neoliberal.

#### BIBLIOGRAFIA

- BRIZ, J.; Rudolf, F.; Rudolf, W.: (1993) Lucha urbana contra la contaminación: El enverdecimiento de superficies de edificios.- Agricultura. Revista agropecuaria. LXII 732.- p. 556-557.
- BRIZ, Julian (org.). (1999) Naturación Urbana: Cubiertas ecológicas y mejora Ambiental, Mundi-Prensa Libros S.A., España, 390p.
- DUPUY, Jean Pierre. (1980) Introdução a crítica da ecologia política. Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 112p.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2002). [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)
- MACHADO, Luís Fernando Carvalho. (2002) A cobertura naturada e a possibilidade de reutilização da água de chuva. Dissertação de mestrado defendida no PROARQ/FAU/UFRJ. 110p.
- MATURANA R., Humberto. (1997). A Ontologia da Realidade. Cristina Magro, Miriam Graciano e Nelson Vaz: organizadores. Ed.UFMG, Minas Gerais, Brasil, 351p.
- RUDOLF, F.; RUDOLF, W.: (1993) Extensive naturation of large building surfaces and management of derelict and vacant land.-Workshop "Management of derelict and vacant land".- INTA International Urban Regeneration Association, Berlin, September 16 – 17.
- SCHMIDT, Marco. *et all* (2001), Urban Water Retention by Greened Roofs in Temperate and Tropical Climate. Proc. 38th World Congress IFLA, Singapore, U124-133.
- SCHMIDT, Marco. *et all* (2001), Green roofs in temperate Climates an in the hot-humid Tropics. Proceedings, Florianópolis, Brasil (1): 493 - 499.
- SICKERMANN, J., DELDUQUE, M., GUSMAO, F., (2001), Quem não tem Chão usa o telhado. Natureza, Maio, 42-45 São Paulo, Brasil.

**Anexo:**

**Flora con potencial de recubrimiento:**

El presente trabajo se integra en el proyecto Ecología Urbana y Naturaleza Extensiva de las Grandes Áreas Edificadas, objeto de convenio con la Comisión Europea. Este trabajo se orienta hacia la elaboración de un concepto de desarrollo urbano ecológico en la ciudad de Río de Janeiro. De manera específica se trata de construir un área demostrativo piloto, con el monitoreo por un SIG (sistema de información geográfica) y que se relaciona con una red formada por diversas áreas establecidas en los países participantes, favoreciendo lo intercambio de datos.

El conocimiento bibliográfico indicó inicialmente la existencia de cincuenta y cinco especies de Angiospermae (Magnoliophyta) posibles de ser utilizadas para poder forrar grandes áreas edificadas. Fueron analizadas características organográficas tales como el porte, sistema radicular, tipo de talo – ciclo de vida, y la plasticidad de adaptarse a las variaciones ambientales (temperatura, humedad, vientos). Fueron elaboradas descripciones rápidas sobre las referidas especies y concomitantemente se va preparar un manual fotográfico con el objetivo de facilitar la determinación a legos. Además, la existencia de un Jardín Didáctico del Departamento de Botánica, en el Centro de Ciencias de la Salud, de la Universidad Federal de Río de Janeiro, servirá de apoyo al resto de las actividades – montaje de pequeños canteros que servirán a la instalación de una colección viva demostrativa.

Especies de Magnoliophyta con potencial de Naturación:

Especies para Naturación Intensiva (< 60cm; pleno sol; sistemas naturales tropicales; con suelo; ornamental).

<b>Especia</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Vulgar (Brasil)</b>
Acalypha reptans	Euforbiaceae	rabo de gato
Ageratum houstonianum	Compositae (Asteraceae)	agerato
Anomatheca laxa	Iridaceae	cebolinha
Aptenia cordifolia	Aizoaceae	rosinha de sol
Arachis repens	Leguminosae (Fabaceae)	grama amendoim
Axonopus compressus	Gramineae (Poaceae)	grama tapete
Barleria repens	Acanthaceae	barléria vermelba
Begonia ulmifolia	Begoniaceae	begonia olmo
Calathea insignis	Marantaceae	maranta cascavel
Calathea leopardina	Marantaceae	maranta leopardo
Calathea rotundifolia	Marantaceae	calantéia

<i>Calathea stromata</i>	Marantaceae	maranta zebrada
<i>Callisia repens</i>	Commelinaceae	dinheiro em penca
<i>Callisia warszewicziana</i>	Commelinaceae	espironema
<i>Cuphea gracilis</i>	Lytraceae	cuféia
<i>Cuphea ignea</i>	Lytraceae	flor de Santo Antonia
<i>Episcia cupreata</i>	Gesneriaceae	planta tapete
<i>Envolvulus glomeratus</i>	Convolvulaceae	azulzinha
<i>Envolvulus pusillus</i>	Convolvulaceae	gota de orvalho
<i>Fittonia verschaffeltii</i>	Acanthaceae	planta mosaico
<i>Hemigraphis repanda</i>	Acanthaceae	hera vermelha
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	Crassulaceae	calancoe
<i>Lampranthus productus</i>	Aizoaceae	cacto-margarida
<i>Maranta bicolor</i>	Marantaceae	maranta bicolor
<i>Maranta leuconeura</i> var. <i>erythronera</i>	Marantaceae	maranta bigode de gato
<i>Maranta leuconeura</i> var. <i>kerchoviana</i>	Marantaceae	maranta pena de pavao
<i>Oxalis vulcanicola</i>	Oxalidaceae	trevoamarelo
<i>Paspalum notatum</i>	Gramineae (Poaceae)	grama batatais
<i>Portulaca grandiflora</i>	Portulacaceae	onze horas
<i>Sansevieria trifasciata</i>	Liliaceae	espadinha
<i>Sanvitalia procumbens</i>	Compositae (Asteraceae)	sanvitália
<i>Schizocentron elegans</i>	Melastomataceae	quaresmeira rsteira
<i>Sedum dendroideum</i>	Crassulaceae	bálsamo
<i>Siderasis fuscata</i>	Commelinaceae	tropoeraba peluda
<i>Spilanthes repens</i>	Compositae (Asteraceae)	margaridinha rasteira
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Gramineae (Poaceae)	grama inglesa

Tagetes patula	Compositae (Asteraceae)	tagetes anao
Tigridia pavonia	Iridaceae	flor de tigre
Torenia fournieri	Scrophulariaceae	torênia
Tradescantia pallida cv. purpurea	Commelinaceae	trapoeraba roxa
Tradescantia spathacea	Commelinaceae	abacaxi roxo
Tradescantia zebrina	Commelinaceae	lambari roxo
Turnera ulmifolia	Turneraceae	turnera
Unxia kubitzkii	Compositae (Asteraceae)	botao de ouro
Verbena hybrida	Verbenaceae	verbena
Verbena tenera	Verbenaceae	verbena
Verbena rigida	Verbenaceae	verbena
Wedelia paludosa	Compositae (Asteraceae)	vedélia

Espécies para Naturación Intensiva (< 60cm; pleno sol; sistemas naturales tropicales; poco substrato (rupícolas) ornamental).

<b>Especia</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Vulgar (Brasil)</b>
Echeveria elegans	Crassulaceae	bola de neve mexicana
Kalanchoe blossfeldiana	Crassulaceae	calancoé
Kalanchoe gastonis-bonnierii	Crassulaceae	planta da vida
Kalanchoe waldheimii	Crassulaceae	calancoe fantasma
Polygonum capitatum	Polygonaceae	tapete inglés

Algunas especies posibles de ocurrencia en procesos de forración extensiva.

<b>Especia</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Vulgar (Brasil)</b>
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Amarantaceae	caruru
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amarantaceae	caruru roxo
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amarantaceae	caruru espinhoso
<i>Cleome affinis</i> DC.	Caparidaceae	mussambê
<i>Silene gallica</i> L.	Caryophyllaceae	alfinetes da terra
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	erva de Santa Maria
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commmelinaceae	trapoeraba
<i>Acanthospermum australe</i> (Lofl.)O.Kuntze	Compositae(Asteraceae)	carrapichinho
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae(Asteraceae)	mentrasto
<i>Ambrosia elatior</i> L.	Compositae(Asteraceae)	losna do campo
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	Compositae(Asteraceae)	losna brava
<i>Bidens pilosa</i> L.	Compositae(Asteraceae)	picão
<i>Eclipta alba</i> Hassk	Compositae(Asteraceae)	erva de botão
<i>Emilia sonchifolia</i> DC.	Compositae(Asteraceae)	píncel
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Compositae(Asteraceae)	margaridinha do campo
<i>Eupatorium pauciflorum</i> H.B.K.	Compositae(Asteraceae)	botão azul
<i>Gamochoaeta spicata</i> (Lam.) Cabr.	Compositae(Asteraceae)	macela
<i>Jaegeria hirta</i> (Larg.) Less.	Compositae(Asteraceae)	botão de ouro
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Compositae(Asteraceae)	losna branca
<i>Porophyllum ruderae</i> (Jacq) Cass.	Compositae(Asteraceae)	erva couvinha
<i>Senecio brasiliensis</i> Less.	Compositae(Asteraceae)	maria mole
<i>Siegesbecjia orientalis</i> L.	Compositae(Asteraceae)	botão de ouro
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Compositae(Asteraceae)	serralha

<i>Tagetes minuta</i> L.	Compositae(Asteraceae)	erva fedorenta
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Compositae(Asteraceae)	dente de leão dos jardins
<i>Xanthium cavanillesii</i> Schow	Compositae(Asteraceae)	carrapicho bravo
<i>Ipomoea acuminata</i> Roem. et Sch.	Convolvulaceae	campainha
<i>Ipomoea purpurea</i> Lam.	Convolvulaceae	campainha
<i>Lepidium pseudodidymum</i> Thell	Cruciferae(Brassicaceae)	mastruço
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Cruciferae(Brassicaceae)	mastruço
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Cruciferae(Brassicaceae)	mostarda
<i>Mormodica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	melão de São Caetano
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	jtiriricão
<i>Cyperus ferax</i> L.C.Rich	Cyperaceae	junquinho
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	tiririca
<i>Croton glandulosus</i> (L.) Muell.	Euphorbiaceae	gervão branco
<i>Croton lobatus</i> L.	Euphorbiaceae	erva de rola
<i>Euphorbia brasiliensis</i> Lam.	Euphorbiaceae	erva andorinha
<i>Phyllanthus corcovadensis</i> Muell.	Euphorbiaceae	quebra pedra
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Gramineae(Poaceae)	capim braquiária
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch	Gramineae(Poaceae)	capim marmelada
<i>Brachiaria purpuracens</i> Henr.	Gramineae(Poaceae)	capim angola
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Gramineae(Poaceae)	capim carrapicho
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramineae(Poaceae)	grama seda
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd	Gramineae(Poaceae)	capim colchão
<i>Gigitaria insularis</i> (L.) Mez ex Ekman	Gramineae(Poaceae)	capim amargoso
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Gramineae(Poaceae)	capim pé de galinha
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Gramineae(Poaceae)	capim colômbio
<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	Gramineae(Poaceae)	capim gengibre

Pannisetum clandestinum Hochst.	Gramineae(Poaceae)	capim quicuío
Panisetum setosum (Swartz) L.Rich.	Gramineae(Poaceae)	capim avião
Rhynchelitrum roseum (Nees)Stapf.etHubb.	Gramineae(Poaceae)	capim favorito
Setaria geniculata (Lam.) Beauv.	Gramineae(Poaceae)	capim rabo de raposa
Sorghum halepense (L.) Pers.	Gramineae(Poaceae)	capim massambará
Hyptis suaveolens Poit.	Labiatae(Lamiaceae)	bamburtral
Leonotis nepetaefolia(L.)R.Br.	Labiatae(Lamiaceae)	cordão de frade
Leonurus sibiricus L.	Labiatae(Lamiaceae)	erva macaé
Stachys arvensis L.	Labiatae(Lamiaceae)	orelha de urso
Aeschynomene rudis Benth.	Leguminosae	angiquinho
Cassia occidentalis L.	Leguminosae	fedegoso
Cassia tora L.	Leguminosae	fedegoso
Sida cordifolia L.	Malvaceae	malva branca
Sida rhombifolia L.	Malvaceae	guanxuma
Sida spinosa L.	Malvaceae	guanxuma
Mollugo verticillata L.	Molluginaceae	capim tapete
Oxalis oxypetra Prop.	Oxalidaceae	trevo
Polygonum persicaria L.	Polygonaceae	erva de bicho
Portulaca oleracea L.	Portulacaceae	beldroega
Borreria alata DC.	Rubiaceae	erva de lagarto
Richardia brasiliensis Gomez	Rubiaceae	poaia branca
Solanum americanum Mill.	Solanaceae	maria pretinha
Solanum nigrum	Solanaceae	erva moura
Waltheria indica L.	Sterculiaceae	malva veludo