

## Resiliencia ambiental: el uso de la infraestructura verde en la cuenca de Itacorubi, municipio de Florianópolis, Brasil

Environmental resilience: the use of green infrastructure in the basin of Itacorubi, municipality of Florianópolis, Brazil

**Bárbara Heliadora Alves d'Acampora<sup>✶</sup>**

*Fecha de superación del Tribunal Fin de Máster: 25.06.2015*

*Tutor: Ester Higuera*

### Resumen

*El presente artículo tiene como objetivo presentar una metodología para la implementación de la infraestructura verde de escala regional y urbana para la resiliencia ambiental de la cuenca de Itacorubi, que está sufriendo graves impactos ambientales. Serán investigados los conceptos sobre la infraestructura verde y resiliencia ambiental, y la caracterización ambiental de la cuenca. A partir del análisis de DAFO será posible hacer un diagnóstico territorial para medir, según los aspectos de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, el grado de sostenibilidad del paisaje y del manglar de la cuenca. Será verificado que la implementación de una infraestructura verde, a través de conexiones verdes multifuncionales, en la escala regional y urbana, es una solución viable y de gran rendimiento para tornar la cuenca de Itacorubi resiliente.*

### Palabras clave

*Infraestructura verde, resiliencia ambiental, impactos ambientales, análisis de DAFO, manglar.*

### Abstract

*This article aims to present a methodology for the implementation of green infrastructure for regional and urban environmental resilience for the basin of Itacorubi; which is suffering serious environmental damages. It will be investigated concepts of green infrastructure and environmental resilience, and environmental characterization of the basin. From the SWOT analysis will be possible to make a territorial diagnosis to measure; according to aspects of weaknesses, threats, strengths, and opportunities; the sustainability of the landscape and mangrove basin. It will be verified that the implementation of green infrastructure; through multifunctional green connections in the regional and urban scale; is a viable and has good performance to turn the basin Itacorubi resilient.*

### Keywords

*Green infrastructure, environmental resilience, environmental impacts, SWOT analysis, mangrove.*

## 1. Introducción

En Brasil, a pesar de que hay una potencialidad de espacios verdes de alto valor, en las zonas urbanas hay un déficit muy grande, cambiando los usos del suelo, además de la ocupación inadecuada debido al aumento de la urbanización en las áreas de riesgo de inundación y en laderas de colina. Ese sistema interfiere en la dinámica natural, provocando inundación y erosión, donde la vegetación proporciona servicios ecológicos en esas áreas. Los impactos ambientales

---

<sup>✶</sup>Bárbara Heliadora Alves d'Acampora es alumna de postgrado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, [bdacampora@yahoo.com.br](mailto:bdacampora@yahoo.com.br).

actuales son muy grandes, con pérdida y fragmentación de los ecosistemas, que tornan los espacios verdes en los objetivos principales para defender el medio ambiente.

La infraestructura verde se refiere a los estudios de los espacios verdes para la ordenación y planeamiento del territorio, de forma innovadora, dinámica y sencilla. Permite abordar las cuestiones relativas a la gestión del suelo, desde el punto de vista espacial al potencial para lograr beneficios múltiples (Benedict y McMahon, 2006; CE, 2014). Su dimensión se expande en diversas escalas, a partir de una red continua en el territorio con interacción simultánea, que actúa como una forma de proporcionar resiliencia a los efectos de la urbanización. Un territorio resiliente puede ser considerado como una alternativa para lograr la sostenibilidad, con la capacidad de recuperarse de los efectos contrarios al desarrollo urbano (Metzger y Robert, 2013).

El uso de la infraestructura verde puede relacionarse con la aplicación del caso de estudio de la cuenca de Itacorubi, perteneciente al municipio de Florianópolis, en la costa brasileña, al sur de Brasil. A pesar del municipio tener una belleza natural y gran potencial turístico, presenta la cantidad y la calidad de los espacios verdes muy degradadas, como consecuencia del crecimiento de la población en las últimas décadas, sin una planificación adecuada.

La cuenca de Itacorubi, ubicada cerca del centro del municipio, en la parte insular y caracterizada por la existencia de una llanura central rodeada de colinas, es uno de los vectores principales de la expansión urbana. Esa situación llevó a la pérdida de la vegetación, principalmente del manglar de la región, con 60% del original y fragmentado con la vegetación nativa, desestabilizando su costa e impidiendo la continuidad biológica de la fauna y flora local con los bosques cercanos. También, por ser un área de manglar, la ocupación viene sufriendo inundaciones, influenciada por la característica natural de la región y sin infraestructura urbana adecuada.

En este marco, la infraestructura verde en escala regional y urbana, se comporta como una solución eficiente de planificación territorial, que consiste en intervenciones de bajo impacto y de alto rendimiento, incorporando valores ambientales, sociales y económicos, que se desarrollan para hacer la cuenca de Itacorubi resiliente ambientalmente.

### **Hipótesis y objetivo de la investigación**

A través de la infraestructura verde de escala regional y urbana, se aumenta la resiliencia ambiental en la cuenca de Itacorubi, que mitiga el efecto del impacto de la urbanización, proporcionando sostenibilidad, estabilizando el manglar en la región. Según la hipótesis, el objetivo general de esa investigación es presentar una metodología para la implantación de la infraestructura verde de escala regional y urbana para la resiliencia ambiental de la cuenca de Itacorubi. Para lo cual, siguen los objetivos específicos:

1. Revisar los fundamentos conceptuales y teóricos sobre la infraestructura verde y resiliencia ambiental.
2. Caracterización ambiental de la cuenca de Itacorubi a lo largo del tiempo.
3. Establecer el análisis de DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) sobre el diagnóstico del paisaje y del manglar de la cuenca de Itacorubi.
4. Proponer directrices de planificación para la resiliencia de la cuenca de Itacorubi, a través de la implantación de la infraestructura verde en el ámbito regional y urbano.

## 2. Metodología

La planificación de una infraestructura verde, como propuesta para la cuenca de Itacorubi, se estructura en un análisis ambiental para la que resulte en resiliente. A través de datos cuantitativos y cualitativos de materiales bibliográficos, documentales, mapas y fotos, es posible sistematizar la investigación con estrategias que tiene por base la Figura 1 siguiente.



Figura 1. Síntesis metodológica (Fuente: elaboración propia).

A través de la síntesis metodológica, las fases se distinguen en:

Infraestructura verde y resiliencia ambiental: análisis de los conceptos de la infraestructura verde para lograr la resiliencia ambiental en los territorios; la relación de preservación natural y conexiones verdes en el contexto brasileño.

Cuenca de Itacorubi: caracterización ambiental de la cuenca en el contexto del municipio de Florianópolis, que viene transformando la cuenca y el manglar de Itacorubi a lo largo del tiempo.

Análisis del DAFO: permite seleccionar los indicadores, a través del diagnóstico del paisaje y del manglar de Itacorubi en la cuenca de Itacorubi, y utilizarlos en el análisis de DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) para identificar sus ventajas y desventajas.

Directrices de planificación: a partir del análisis de DAFO, hay la posibilidad de tomas de decisiones y medidas de corrección con directrices necesarias para la planificación de una infraestructura verde para la resiliencia ambiental en escala regional y urbana en la cuenca de Itacorubi.

## 3. Fundamentos conceptuales y teóricos

### Infraestructura verde y resiliencia ambiental

Actualmente, más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbana (UNRIC, 2015). Con el aumento de la densidad urbana, la pérdida y fragmentación de los ecosistemas ocurre debido a los cambios del uso del suelo sin planeamiento, que interfiere en la dinámica natural, impidiendo la continuidad de las variadas especies de la fauna y flora. Sin embargo, la infraestructura verde actúa como una estructura a los efectos de esa urbanización, que consta de intervenciones de bajo impacto en el paisaje y de alto rendimiento para convertir los territorios en resilientes.

La resiliencia ambiental es un medio de obtener la sostenibilidad, a fin de reducir sus impactos, de forma que mantenga esencialmente la misma función, estructura, identidad y procesos de

retroalimentación (Walker et al., 2004), para lograr los objetivos de mejora ambiental, social y económica. Para poner en práctica la recuperación de un territorio, depende de factores que influyen en variadas escalas, a través de un medio de aplicación más amplio y complejo, además de la evolución histórica y el análisis de las debilidades territorial.

Esa preocupación ha estado siempre presente en la historia, con la valoración de los espacios verdes y su integración con la humanidad. La infraestructura verde se originó a través de las ideas de conexiones verdes que conectan la ciudad y el campo (*greenways*), y la secuencia de espacios verdes que rodean la ciudad, formando los cinturones verdes (*greenbelts*). Más tarde, a partir de la década de 1960, comenzaron a surgir los movimientos ecológicos, a través de la conexión entre espacios naturales, con diseños iniciados por Philip Lewis, en 1964, para la protección de los recursos naturales en las extensiones territoriales, que incluyen valores de carácter ecológico, fisiográfico, histórico-cultural, vinculados a la calidad visual que se refieren a los atributos estéticos (Little, 1990). Por fin, Benedict y McMahon (2006) estimularon, a través del libro *Green Infrastructure*, los conceptos actuales utilizados de infraestructura verde que generaron influencia en diversos países.

Los proyectos de infraestructura verde se definen por la conectividad y la multifuncionalidad ecológica, como una estrategia de espacio continuo e integrado, produciendo múltiples beneficios sostenibles. El sistema conecta los recursos ecosistémicos para el mantenimiento de la biodiversidad, mientras que integra a los diferentes tipos de espacios, tales como las zonas rurales y urbanas, en variados niveles escalares, en contextos regionales y urbanos con distintas necesidades y posibilidades de actuación, pero con relación de dependencia entre ellos, formando una red continua en el territorio. A ese respecto, de acuerdo con Higuera (2006), es importante entender que cada situación geográfica tendrá un urbanismo o territorio característico y diferenciado de otros lugares, siendo indispensable una planificación verde adecuada a las necesidades locales de clima y suelo.

Muchas regiones y ciudades de la Unión Europea (UE) ya siguen con las buenas prácticas de la infraestructura verde, con proyectos y actuaciones en diversas escalas. La nueva estrategia de infraestructura verde, aprobada en 2013 por la UE (Unión Europea, 2013), hay como objetivo fortalecer la red Natura 2000 que cubren aproximadamente el 18% de la superficie europea, así como importantes zonas marítimas (CE, 2014), conectando los espacios verdes de las ciudades, regiones y países en el ámbito del territorio europeo, como un proceso de planificación y ordenamiento territorial, manteniendo de la biodiversidad frente a los procesos de crecimiento urbano.

### Contexto brasileño

En el territorio brasileño tiene casi 1/3 de los bosques tropicales restantes en mundo: Amazonia (región noroeste) y Mata Atlántica (costa brasileña). Son reconocidos como uno de los más importantes repositorios de diversidad biológica en todo el mundo, y albergan 5 tipos de corredores verdes en Amazonia y 2 en la Mata Atlántica (Figura 2). Desafortunadamente, las cifras oficiales indican que la deforestación ha afectado cerca de 11% de la Amazonia y 92% de la Mata Atlántica (Ayres et al., 2005).



Figura 2. Corredores verdes en Brasil (Fuente: Ayres et al., 2005).

En cuanto a las conexiones de rutas verdes viarias en Brasil, no existe una definición establecida. Fue concebida por Soriano (2006) como vías que pasan por áreas de belleza escénica y atracciones turísticas. Hay cerca de 24 rutas verdes, ubicadas principalmente en las regiones centro-oeste y sudeste del país, pero sólo 11 protegida por ley (Soriano, 2006).

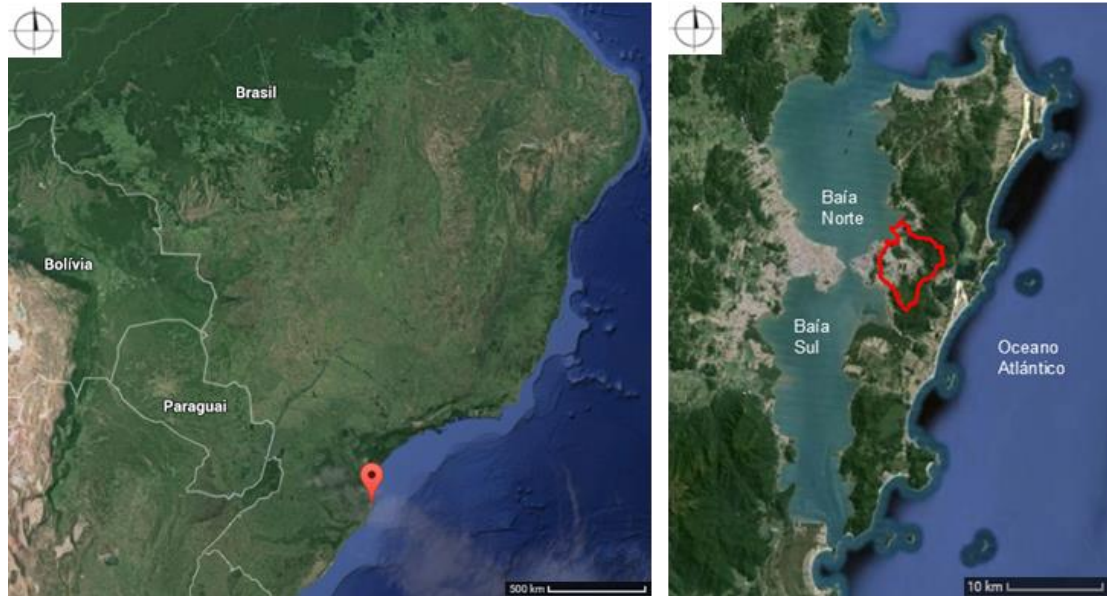
En Brasil también existen las más grandes reservas de agua dulce del planeta. La región Amazónica tiene la mayor cuenca fluvial del mundo, pero como es poco poblada, se ha mantenido la vegetación en sus márgenes. En los medios urbanos, sin embargo, las conexiones verdes en los ríos son prácticamente inexistentes. El problema se deriva por factores de contaminación y deforestación, lo que modifica su naturaleza, perjudicando su uso.

A pesar de que hay una potencialidad de espacios verdes de alto valor, existen pocos proyectos para la implementación de conexiones verdes territoriales. Los problemas ambientales están presentes en Brasil debido a los procesos de gran urbanización. La contaminación del agua, del aire, del suelo, las inundaciones, la erosión, la pérdida y fragmentación de los ecosistemas, son consecuencias de largos años de degradación y ocupación inadecuada del entorno físico. Además de las leyes nacionales, la mayoría de las ciudades también tienen herramientas de planificación que influyen en la cantidad y calidad de los espacios verdes, como los Planes Directores. Sin embargo, carecen los conceptos, puntos de vista y estrategias adecuadas, que proporcionan el desarrollo de los espacios verdes.

## 4. Cuenca de Itacorubi

### Aspectos físicos

La cuenca de Itacorubi pertenece al municipio de Florianópolis, sur de Brasil. Está ubicada en la parte insular y central del municipio, en una superficie total de 2844.43 hectáreas, bañada por la *Baía Norte* en el lado occidental de la isla, protegida por el continente (Figura 3).



**Figura 3.** Ubicación de la cuenca de Itacorubi (Fuente: Google Maps (visualizado en abril de 2015), con la ubicación de la cuenca de Itacorubi elaborada por la autora).

La cuenca se caracteriza por la existencia de una llanura central rodeada de colinas, con predominio de la altitud hasta cerca de unos 400 metros. Las inclinaciones oscilan entre 0% a 30%, y las áreas inundables son consideradas las cotas inferiores a 5 metros. En cuanto a la hidrografía, se alimenta por los ríos *Sertão* e *Itacorubi*, que desembocan en la *Baía Norte* a través del manglar de Itacorubi, y el río *Córrego Grande*.

El clima es muy húmedo y templado, y la alta precipitación se considera un problema para la ocupación en las localidades más bajas por razones de las inundaciones en los días lluviosos. La precipitación media en el municipio es de 1.500 mm/año, con ocurrencias sobre todo en el verano, con más de 170 mm/mes (INMET, 2015). Esa es una preocupación importante, teniendo en cuenta los avances de la urbanización, sin planeamiento, hacia las zonas de riesgos en las laderas de colina y cotas bajas, ocurriendo erosiones e inundaciones (Figura 4).

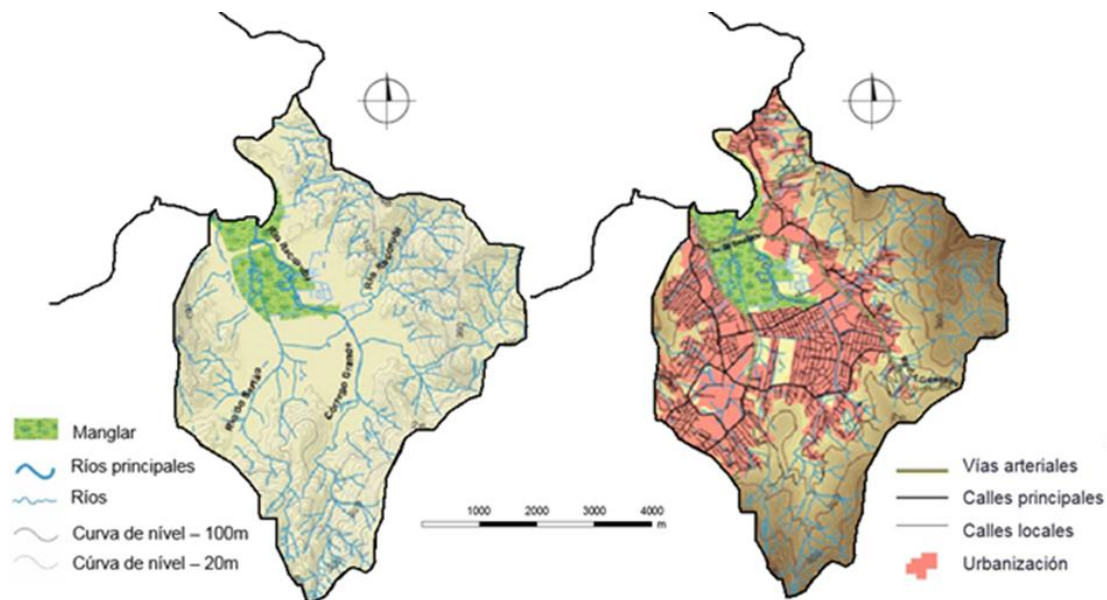


Figura 4. Hidrografía y urbanización, respectivamente (Fuente: elaboración propia, a partir de Trindade (2009).

El ecosistema de la cuenca de Itacorubi se compone por la Selva Pluvial Tropical, o técnicamente llamado de *Ombrófila Densa*, perteneciente a la Mata Atlántica. El manglar, ubicado en la cuenca de Itacorubi, tiene una superficie de 182,13 hectáreas y está en el límite sur de la aparición de los manglares en América. Hace parte de una de las cinco formaciones de manglares existentes en la isla, siendo el manglar de Itacorubi lo más cercano del centro del municipio.

La comunidad científica ha demostrado las importancias ambientales, económicas y sociales de los manglares. Ellos funcionan como refugios naturales para la reproducción y el desarrollo en las primeras etapas de vida de variadas especies de la fauna. Son considerados, por lo tanto, hábitats productivos y pueden apoyar a la pesca costera de gambas y peces (Manson et al., 2005). Son también importante como sistemas naturales de amortiguamiento en inundaciones e intrusión salina, y hacen de filtros biológicos al remover nutrientes y toxinas, tal como alimento, combustible, amortiguadores de radiación solar, creación de suelos, entre otros (Calderón et al., 2009).

### Desarrollo urbano

El proceso histórico de ocupación llevó a la pérdida de gran parte de la vegetación original de la isla, principalmente en la cuenca de Itacorubi, donde el manglar de Itacorubi fue la formación de manglar más degradada de la isla. Según Caruso (1983), la agricultura fue considerada la principal causa de la deforestación, y hasta año 1938 se fueron eliminados aproximadamente 80% de los bosques nativos en el municipio. Por lo tanto, en la actualidad es muy poca la existencia de la vegetación original.

A partir de 1940, el crecimiento urbano fue también responsable por la instalación de las clases más pobres en las colinas. Entre las razones que llevaron a este hecho, no sólo el crecimiento de la población, sino también la expulsión de esa parte de la sociedad en las áreas nobles que ocupaban en el municipio, mediante la realización de intervenciones urbanas en la época (Peluso Junior, 1991) (Figura 5-A).

Después de la segunda mitad del siglo XX, hubo cambios significativos y permanentes, como reflejo de los nuevos ciclos económicos y el crecimiento demográfico que se estaban ocurriendo. El

crecimiento de la ciudad requirió nuevas áreas de expansión urbana. De ese modo, la cuenca de Itacorubi fue, de inmediato, el punto de esa expansión en la isla, por ser el más cercano del centro, ocupando un área de llanura.

La construcción de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), la empresa estatal de energía eléctrica Eletrosul y la Universidad del Estado de Santa Catarina (UDESC) a finales de los años 1960 y 1970, intensificó la inmigración de población de la clase media, a través de la llegada de trabajadores públicos, profesores universitarios y estudiantes de diferentes partes del país, que continúa hasta el día de hoy. La consolidación que siguió fue intensa, cambiando las tierras agrícolas en residenciales (Trindade, 2009) (Figura 5-B).

Por el aislamiento del municipio con el resto del país en el transporte, se han incrementado las redes de carreteras de la región y municipio, siendo como elemento de alta prioridad, que hicieron parte de una política de desarrollo nacional. Las nuevas vías buscaron rutas más directas, que su consecuencia llevó a fragmentación del paisaje, como el ejemplo de la Avenida *da Saudade* que fragmenta el manglar de Itacorubi en dos partes (Figura 5-C), perjudicando aún más la vegetación de la cuenca de Itacorubi.

Además de las obras viarias, el manglar de Itacorubi fue agredido por la construcción de un relleno sanitario construido en el año 1956 hasta 1989, en una superficie de 4 hectáreas, donde proliferaron ratas e insectos, mal olor y el estiércol, que contaminó el manglar, los cursos de agua, la fauna y flora en general, y también provocó riesgos de explosiones debido al gas producido por la fermentación de la materia orgánica depositada allí durante los años (Panitz y Masutti, 2000) (Figura 5-D). Sin embargo, desde el año 2000, este escenario ha cambiado con la inauguración del Centro de Transferencia de Residuos Sólidos en un sistema de gestión de limpieza de residuos sólidos y también la reforestación de las zonas fronterizas del manglar, promoviendo su regeneración.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales en la cuenca, no está todavía de acuerdo con las normas ambientales, según el informe del Tribunal de Cuentas del Sistema de Aguas Residuales Insular de Florianópolis de 2012, por el crecimiento poblacional tan extraordinario. La UFSC también contribuyó con la contaminación de los residuos industriales de los laboratorios y la construcción de estanques de peces en el manglar de Itacorubi, en el Centro de Ciencias Agrícolas.

Desde la década de 1990 hasta hoy, ha habido un crecimiento poblacional de los residentes con un poder adquisitivo más alto, atraídos por las características del paisaje local, por el gran potencial turístico, principalmente por el turismo de playas en verano, y la posibilidad de vivir en una ciudad de tamaño mediano. Florianópolis pasó de 255.390 habitantes en 1990 para 469.690 en 2015 (IBGE, 2015), con aumento de más de 80% de la población, y cerca de 130.000 en la cuenca de Itacorubi, llevando a la pérdida de 60% del manglar original (Sánchez Dalotto, 2003). Otra consecuencia es el tránsito caótico, principalmente en el verano, influenciado por el acumulo de coches y poco investimento de transporte público. Por otro lado, la ciudad también es conocida por tener una alta calidad de vida, siendo la capital brasileña con la mayor puntuación en el Índice de Desarrollo Humano (IDH), y la tercera ciudad de Brasil, calculado por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) en 2010.

A pesar de tener una gran belleza natural, la isla presenta poca cantidad y calidad ambiental como consecuencia de los años de la expansión urbana, no respetando a los criterios de preservación ambiental. Hay incoherencias de leyes para la preservación de la naturaleza, que

permite el cambio a través de la creación de leyes complementarias (Florianópolis, 1997, Capítulo IV, Sección II, Subsección I, Art. 170). Según Reis (2010), el crecimiento urbano y acelerado de la población se van desarrollando a través de la planificación que integra las acciones individuales en un proyecto colectivo de la ciudad, debido a la debilidad de los planes y formas de control existentes, dando lugar a numerosos problemas urbanos y ambientales.



Figura 5. Urbanización de la cuenca de Itacorubi (Fuente: elaboración propia, a partir de los sitios <http://www.skyscrapercity.com/> [foto panorámica], <http://br.worldmapz.com> [A], <http://parqueculturaldas3pontas.wordpress.com>[B], Google Maps [C, D y figura general] (visualizados en febrero de 2015).

### Análisis de la cobertura vegetal y uso del suelo

En este análisis se examinan los cambios de la cobertura vegetal y usos del suelo en el la cuenca de Itacorubi, de acuerdo con el desarrollo urbano. Para el análisis fueron utilizados mapas y cuantificación de cada tipología de área en tres periodos, obtenidos en los años de 1938, 1978 y 1998, identificando en los mapas los principales ríos de la cuenca, mostrados en la Figura 6.

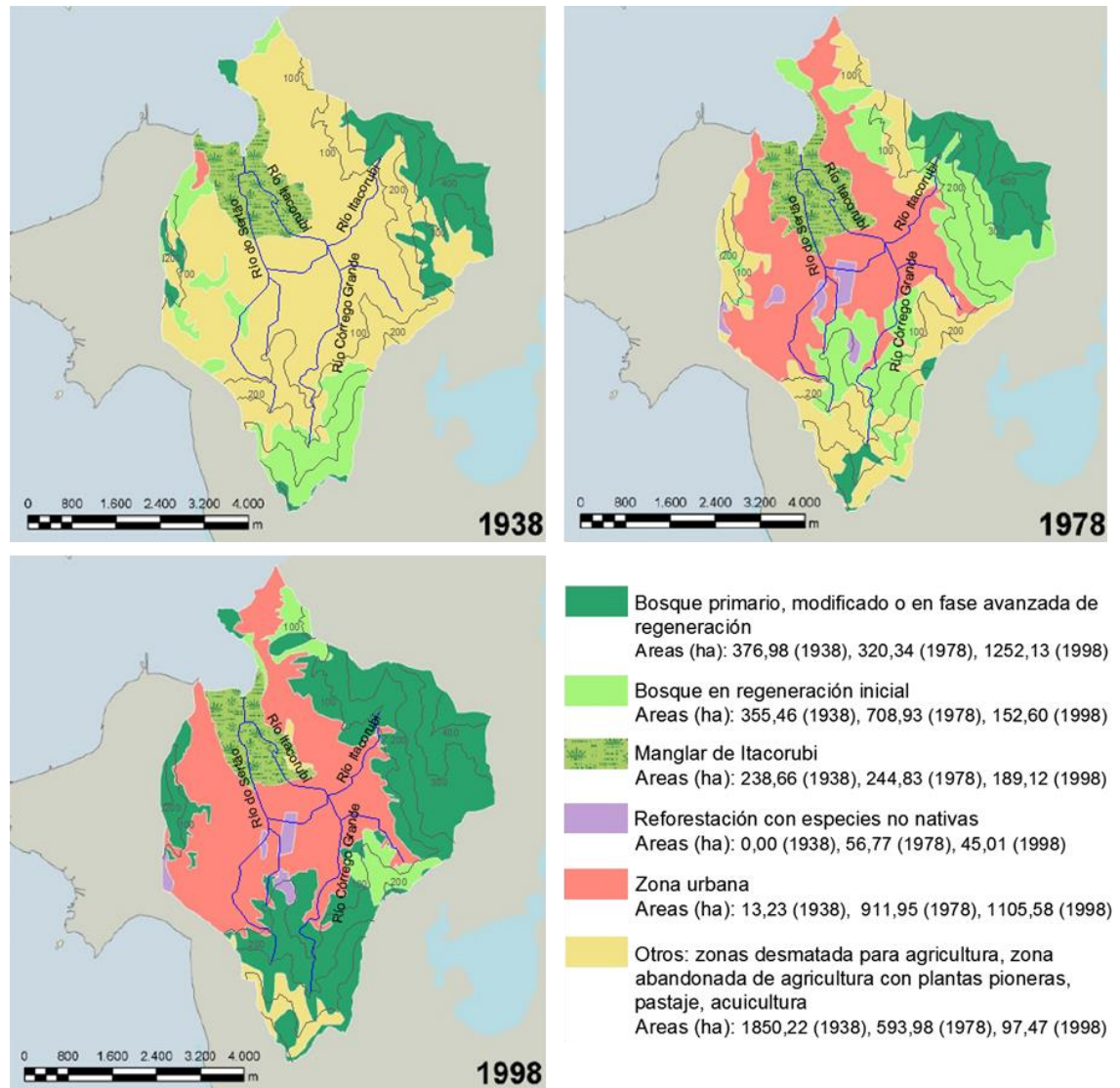


Figura 6. Cobertura vegetal y uso del suelo de la cuenca de Itacorubi, años 1938, 1978 y 1998 (Fuente: elaboración propia, a partir de Trindade (2009)).

A partir de la síntesis de los mapas y cuantificación de la cobertura vegetal y uso del suelo para los años 1938, 1978 y 1998, se percibe la acción humana en la transformación del paisaje y el manglar en la cuenca de Itacorubi durante las seis décadas. En 1938, la clase Otros se predomina, como resultado de la práctica de actividades agrícolas, responsable por la eliminación de la totalidad de los bosques originales en la cuenca. A partir del uso agrícola, el manglar de Itacorubi sufrió una gran fragmentación del ecosistema con los bosques cercanos primarios y en regeneración inicial, ubicados en las colinas, sin la conservación vegetal de las riberas de los ríos.

En cuanto a los datos de 1978, la característica más notable es la gran área urbana que se forma en la cuenca por el desarrollo urbano que estaba ocurriendo en ese periodo, convirtiéndose predominante, avanzando hacia las colinas. En ese momento, el proceso de bosque en regeneración inicial fue bastante evidente por el restablecimiento gradual de la vegetación, y hay también la presencia de reforestación con especies no nativas, pero con área no significativa. Se percibe en ese periodo un pequeño crecimiento del manglar (2,50% desde 1938), aunque, con la creciente urbanidad, presentase todavía muy fragmentado con los bosques.

En 1998, a pesar de la continuación del desarrollo urbano, se amplía la cantidad de bosque primario, que fue restablecido por los bosques de regeneración inicial. Pero con el aumento de la zona urbana, hubo una considerable disminución del manglar, con aproximadamente 23% en dos décadas, y manteniendo los ríos sin protección vegetal. Se nota todavía una pequeña área agrícola, en la colina, al sur de la cuenca.

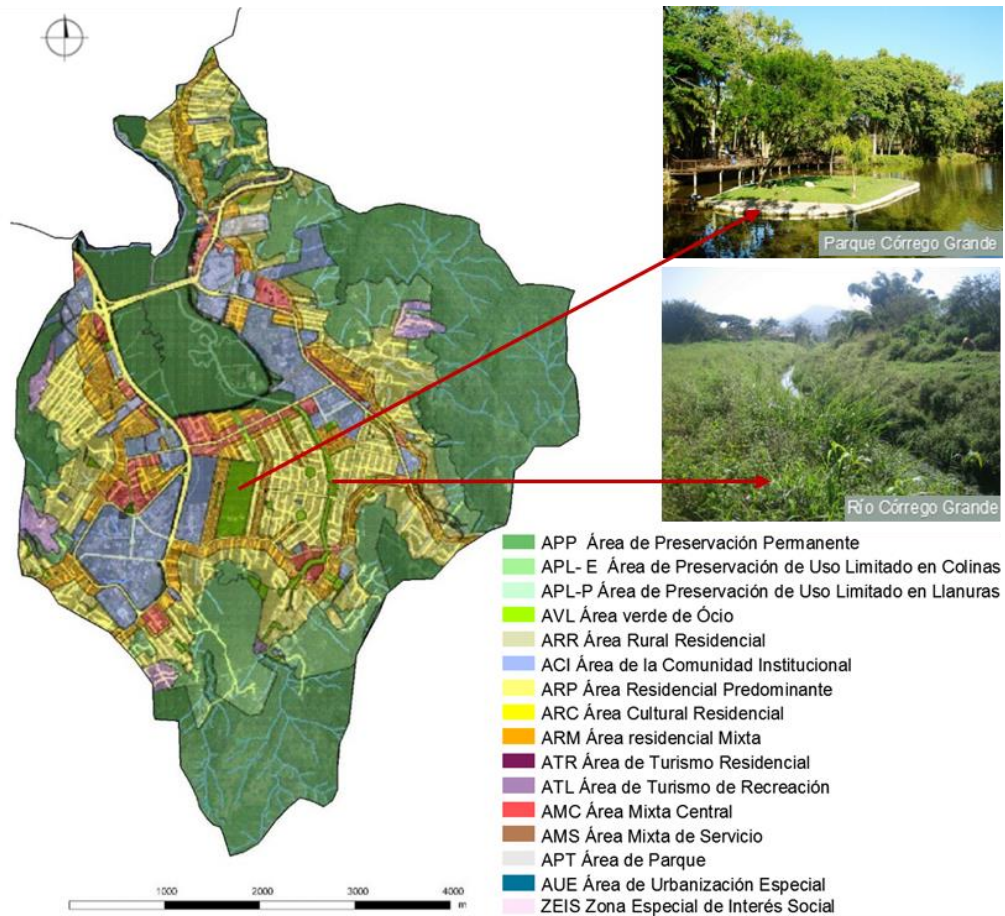
### Zonificación actual

La zonificación define los diferentes usos del suelo del municipio, estableciéndose delimitaciones de orden urbanística. Se estructura de acuerdo con el Plan Director actual, que entró en vigor en 2014. El Plan refuerza la valoración del paisaje natural y cultural, centrada principalmente en el ocio y el turismo, con incentivo a la sostenibilidad ambiental (Florianoópolis, 2014, Capítulo XIV, Art. 292). Sin embargo, según muestra la Figura 7, se percibe todavía una fuerte fragmentación del manglar de Itacorubi con las áreas de preservación de las colinas (APP y APL). Actualmente, la cuenca cuenta con aproximadamente 1.235 hectáreas de manglar y áreas de preservación en las colinas; y en el área urbanizada (total de 1609 hectáreas), con 40 hectáreas de espacios verdes, teniendo apenas 2,48% de espacios verdes en el espacio urbano.

Hay algunos fragmentos vegetales existentes en la zona urbana que podrían contribuir para la conexión de la fauna y flora, pero se encuentran, en general, muy escasos y poco representativos, como el caso de las Áreas Verdes de Ocio (AVL), que se observa en la figura siguiente. La única tentativa de contribución a esa conexión, se relaciona con la vegetación en las márgenes del río *Córrego Grande*, pero sin uso recreativo. También, en la localidad, hay el parque ecológico del barrio *Córrego Grande*, de dimensión de 21,3 hectáreas, constituido por especies de vegetales diferenciados<sup>1</sup>, con actividades para la educación ambiental y usos recreativos para proporcionar el ocio, pero se encuentra aislado en la zona de urbanización.

---

<sup>1</sup> El área del parque del barrio *Córrego Grande* se identifica como reforestación con especies no nativas, como se puede observar en el subcapítulo – *Análisis de la cobertura vegetal y uso del suelo*.



**Figura 7.** Zonificación actual de la cuenca de Itacorubi (Fuente: elaboración propia, a partir del mapa de zonificación de Florianópolis (2014). Fotos: <http://minhamarcaeflorianopolis.com/>; <http://parquelinear.blogspot.com.es/>; respectivamente (visualizados en mayo de 2015).

### Diagnóstico territorial

El diagnóstico territorial hace un análisis sobre los indicadores, a partir de los aspectos de los espacios verdes en la cuenca de Itacorubi en variadas escalas, de acuerdo con las dimensiones sostenibles económicas, sociales y ambientales analizadas. Los indicadores se identifican, a través del análisis del DAFO, a partir de los aspectos externos de oportunidades y amenazas y los aspectos internos de debilidades y fortalezas. Las fortalezas y oportunidades indican las ventajas de la región, y las debilidades y amenazas, las desventajas (Tabla 1).

Fueron diagnosticadas para las desventajas 9 ítems de amenazas y 10 de debilidades; en cuanto a las ventajas, 6 ítems de oportunidades y 6 de fortalezas; demostrando así, la necesidad de mejora. A partir de ese análisis, hay la posibilidad de establecer directrices estratégicas para transformar las debilidades en fortaleza, aprovechar las oportunidades y eliminar las amenazas, transformando las actuales desventajas en futuras ventajas, direccionando a los beneficios económicos, sociales y ambientales para la resiliencia ambiental en escala regional y urbana en la cuenca de Itacorubi.

| Aspectos externos   |   | Aspectos internos   |  |
|---|---|---|--|
| Amenazas  | Oportunidades   | Debilidades   | Fortalezas   |
| Pérdida y fragmentación de los ecosistemas urbanos debido a los cambios del suelo por el aumento de la densidad poblacional urbana en nivel nacional. | Hay una preocupación mundial de la contribución sostenible en la planificación territorial de zonas urbanas, a través del componente ambiental. | Urbanización densa en la cuenca de Itacorubi, ocasionando pérdida y fragmentación del ecosistema.   | Pertenece a la Mata Atlántica, con vasta diversidad biológica de la fauna y flora.   |
| Brasil carecen de los conceptos y estrategias adecuadas, que proporcionan el desarrollo y la gestión sostenible de espacios verdes.                   | Hay variadas leyes para el mantenimiento de la vegetación en zonas urbanas brasileñas.  | Como resultado de la urbanización densa en la cuenca, ha ocasionado la ocupación en área de riesgo, provocando inundación y erosión.  | Presencia del manglar en la cuenca.  |
| Hay contaminación de agua, aire y suelo en la parte urbanizada de Brasil.   | Brasil tiene casi 1/3 de los bosques tropicales restantes en mundo: Mata Atlántica y Amazonia, con importantes diversidades biológicas.         | El tratamiento de aguas residuales en la cuenca no está de acuerdo con las normas ambientales.  | Hay un gran potencial paisajístico.  |
| Hay el uso indebido del entorno físico en Brasil, provocando inundaciones y deslizamiento de tierras.   | Los principales corredores ecológicos existentes en Brasil se sitúan en la Amazonia y Mata Atlántica.   | Las áreas verdes para uso de ocio se encuentran muy escasas en la cuenca.   | Hay un gran potencial turístico, principalmente de las playas en verano.   |
| En Brasil hay pocos proyectos para la implementación de las conexiones verdes territoriales.  | En Brasil existen las más grandes reservas de agua dulce del planeta y la región Amazónica tiene la mayor cuenca fluvial del mundo.             | El manglar de Itacorubi es el manglar más degradado de la isla por la ocupación urbana, fragmentado con la vegetación nativa, impidiendo la continuidad ecosistémica.         | Florianópolis es la capital brasileña con la mayor puntuación en el Índice de Desarrollo Humano.   |
| La deforestación en Brasil ha afectado los dos principales bosques tropicales del territorio: Amazonia y Mata Atlántica.                              | La comunidad científica ha demostrado las importancias ambientales, económicas y sociales de los manglares.                                     | Las grandes obras de carreteras llevaron la fragmentación del manglar de Itacorubi por la Avenida <i>da Saudade</i> .   | El nuevo Plan Director refuerza la valoración del paisaje natural y cultural, principalmente en el ocio y el turismo, con incentivo a la sostenibilidad ambiental. |
| Hay pocas rutas verdes viarias en Brasil  |   | Intensa inmigración de residentes hacia Florianópolis desde la década de 1990, por las características de belleza natural de la isla.   |  |
| Las conexiones verdes en los ríos son prácticamente inexistentes en el medio urbano brasileño.  |   | La isla presenta la cantidad y la calidad ambiental muy degradada, por los años de expansión urbana.  |  |
| Hay falta de identidad local para los espacios verdes existentes en Brasil.   |   | Las carreteras del municipio son caóticas por la falta de infraestructura de transporte público.<br>Incoherencias de leyes en relación la preservación natural del municipio. |  |

Tabla 1. Análisis de DAFO (Fuente: elaboración propia).

### Infraestructura verde urbana para la resiliencia de la cuenca de Itacorubi

Según el estudio, se hace evidente que la cuenca está degradada ambientalmente, perjudicando el equilibrio ecológico a través de la disminución de los flujos ecosistémicos, ocasionando daños en la calidad de vida de los habitantes, desvalorando la región. Por lo tanto, es importante proponer medidas de conservación, ampliación y conexión de los espacios verdes para que puedan proporcionar múltiples beneficios, a través de un plan para el desarrollo de la infraestructura verde, siguiendo criterios de sostenibilidad para su resiliencia.

Para lograr el objetivo de la implementación de una infraestructura verde, sigue las directrices para su resiliencia en dos escalas: regional y urbana. A nivel regional, la infraestructura verde identifica los espacios verdes de gran valor ecológico. A nivel urbano, serán identificados todos los elementos prioritarios de la cuenca de Itacorubi para asegurar la conexión ecológica, con importancia en los aspectos visuales, culturales, recreativos, de movilidad y que contribuya para la gestión del agua de lluvias.

### 1. Escala regional

La Mata Atlántica posee una gran biodiversidad, pero su medio ambiente ha sido fuertemente degradado a lo largo del tiempo. Para la implantación de una infraestructura verde en alcances regionales, es necesario, además de la conservación y protección de acuerdo con las disposiciones legales, el restablecimiento de las partes deforestadas y el manejo adecuado de los espacios verdes. De ese modo, necesita la ampliación de los espacios ecosistémicos de la Mata Atlántica, formando una gran conexión verde en la costa brasileña de norte al sur del país.

Así, la conexión verde, a través de la Mata Atlántica, origina una importante contribución ecológica que ayuda en gran escala para la disminución del impacto ambiental y auxilia en la manutención del ecosistema a través de los flujos de la fauna y de la flora. Por otro lado, también apoya en la organización de los principales centros urbanos que se desarrollaron en la costa, delimitando su espacio como en el caso de la región donde está ubicado el municipio de Florianópolis y los municipios vecinos. En ese caso, la infraestructura verde busca planificar la protección del suelo en conjunto con la urbanización, como un modelo de desarrollo sostenible de ordenación del territorio, impidiendo su crecimiento desordenado.

### 2. Escala urbana

En la cuenca de Itacorubi, fueron seleccionados tres elementos estructurales para la aplicación en la escala urbana: los elementos principales, de gran valor ecológico; los elementos secundarios, que son los espacios verdes para el uso del ocio; y de conexión, que son estructuras lineales que conectan los elementos principales y secundarios (Figura 8). Para cada elemento, se estructuran las directrices prioritarias para la infraestructura verde. En los *elementos principales*, se destacan:

El manglar de Itacorubi: proteger, restaurar, conectar entre sí y a los otros fragmentos vegetales.

Las áreas preservadas de las colinas: proteger, restaurar, impedir construcciones de habitaciones inadecuadas evitando la erosión y conectar con el manglar de Itacorubi.

Por tratarse de elementos esenciales, garantizan la conexión verde en el área urbanizada de la cuenca de Itacorubi y también restablece el vínculo con los ecosistemas regionales de la Mata Atlántica.

*Elementos secundarios:*

Las áreas verdes de ocio: mejorar las existentes, ampliar con la conexión del manglar y áreas de preservación a través de los ríos y de las calles verdes, facilitando la accesibilidad para el disfrute público.

*Conectores:*

Los ríos e afluentes: transformar en parques naturales para aprovechamiento del ocio, para espacio de almacenamiento de agua en épocas de crecidas de los ríos en los períodos de alta intensidad pluviométrica y facilitar la comunicación ecológica del manglar de Itacorubi con las colinas preservadas.

Las calles verdes: utilización de árboles para mantener la conexión ecológica, y generar confort térmico y seguridad para la movilidad peatonal, bici y patines, que sirve como un incentivo para la utilización de transporte de bajo impacto, ocasionando la disminución de dióxido de carbono.

Las edificaciones verdes: utilización de tejado verde y fachada vegetal para facilitar las conexiones verdes, además de un atractivo visual, regenerando confort térmico en el exterior e interior de la edificación.

Además, se sugiere utilizar suelos permeables y vegetados para la facilidad de drenaje urbano, siempre que posible; incentivar las áreas ecológicas nativas para el mantenimiento de la identidad local; y estimular la participación ciudadana para la convivencia urbana, disfrute de la naturaleza y conocimiento del paisaje nativo.



Figura 8. Mapa con las directrices de la Infraestructura verde en la cuenca de Itacorubi (Fuente: elaboración propia, a partir del mapa del sistema viario de Florianópolis (2014)).

Conforme las directrices expuestas para la cuenca de Itacorubi en escala regional y urbana, traen diversas ventajas y beneficios sostenibles para la cuenca, con multifuncionalidades correspondiente a los aspectos ambientales, sociales y económicos. La implantación resulta en una mayor proporción de espacios naturales, con un total de aproximadamente 80 hectáreas (actualmente cerca de 40 hectáreas), con 100% de aumento de espacios verdes en el medio urbano. Esos espacios ayudan a mantener el equilibrio ecológico a través de los flujos ecosistémicos; reestructuran las áreas de riesgo, impidiendo las ocupaciones inadecuadas, evitando inundación y erosión; genera confort térmico por el sombreado y humedad de los vegetales; disminuye la cantidad dióxido de carbono por incentivo a la utilización de las moviidades de bajo impacto ambiental y el aumento de los árboles; y mejora el drenaje urbano en épocas de lluvias, por la permeabilidad creada en zonas vegetadas.

La creación de esos espacios, conforme se distribuyen en las zonas urbanas, como corredores, concibe más accesibilidad para la población; proporcionan ambientes de ocio con espacios recreativos en la naturaleza; estimula la movilidad peatonal, de bicis y patines; mantiene la identidad local por favorecer el visual paisajístico nativo; promueve la salud por el contacto con la naturaleza; reorganiza el espacio urbano frente al crecimiento desordenado; y genera una mayor preocupación de la población con el entorno ambiental. Debido a la mejora ambiental, la localidad recibe también en valoración de tierras por el sitio atractivo, confort térmico en las edificaciones, utilización de transportes con bajo impacto, y utilización de drenajes naturales, generando beneficios económicos.

## **5. Conclusiones**

Lo que se ha observado en la caracterización ambiental de la cuenca de Itacorubi es un reflejo de la urbanización brasileña, que a pesar de albergar gran parte de los bosques tropicales restantes en el mundo con gran número de biodiversidades, los espacios verdes son prácticamente olvidados en el contexto urbano. La contaminación del agua, del aire, del suelo, las inundaciones, la erosión, la pérdida y fragmentación de los ecosistemas, son consecuencias de largos años de degradación y ocupación inadecuada del entorno físico, a través de construcciones de edificaciones y del sistema viario, sin estrategia adecuada para el manejo de los espacios verdes.

A partir del análisis de DAFO, fue posible hacer un diagnóstico territorial para medir, a través de aspectos de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, los indicadores del paisaje y del manglar en cuenca de Itacorubi. Los indicadores son considerados herramientas útiles para diagnosticar el grado de sostenibilidad de una región. Según el análisis, se ha constatado un gran número de desventajas en relación a las ventajas, necesitando, por lo tanto, de directrices de planeamiento estratégico y establecimiento de medidas corretoras a los problemas existentes.

De acuerdo con el diagnóstico, se ha verificado que la degradación ambiental de la cuenca está perjudicando el equilibrio ecológico a través de la reducción de los flujos de la fauna y flora, ocasionando daños en la calidad de vida, desvalorando la región. Por lo tanto, el plan de una infraestructura verde en la escala regional y urbana, se muestra como una solución eficiente, con medidas de conservación, ampliación y conexión de los espacios verdes para que puedan proporcionar múltiples beneficios.

De acuerdo con los beneficios sostenibles demostrados, se considera que la implantación de la infraestructura verde en la cuenca de Itacorubi es un plan viable y de gran rendimiento, que mitiga el efecto de la urbanización, transformándola en resiliente. Aunque hay que tener en cuenta que

esos espacios son dinámicos y necesitan de acompañamiento de los cambios que posiblemente va a tener la ciudad y la región conforme el tiempo. Así como el ejemplo de la cuenca de Itacorubi, las directrices pueden servirse también como una oportunidad de ser replicada para las otras localidades de Florianópolis, mejorando las condiciones ambientales, sociales y económicas del municipio.

## Referencias

AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P.; MASTERTON, D.; CAVALCANTI, R. B. (2005). *Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil*. Sociedade Civil Mamirauá (SCM).

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. D. (2006). *Green Infrastructure. Linking Landscapes and Communities*. Washington, Island Press.

CALDERÓN, C.; ABURTO, O.; EZCURRA, E. (2009). El valor de los manglares. CONABIO. *Biodiversitas* 82, pp.1-6.

CARUSO, M. M. L. (1983). *O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais*. Florianópolis: UFSC.

CE (2014) - Comisión Europea. *Construir una infraestructura verde para Europa*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea. Disponible en <http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf> (visualizado en marzo de 2015).

HIGUERAS GARCÍA, E. (2006). *Urbanismo Bioclimático*. Gustavo Gili.

Brasil, Florianópolis. Lei Complementar n. 001, de 14 de abril de 1997. Dispõe sobre o zoneamento, o uso e ocupação do solo no Distrito Sede de Florianópolis e dá outras providências.

Brasil, Florianópolis. Lei Complementar n. 482, de 14 de enero de 2014. Institui o Plano Diretor de urbanismo do município de Florianópolis que dispõe sobre a política de desenvolvimento urbano, o plano de uso e ocupação, os instrumentos urbanísticos e o sistema de gestão.

IBGE (2015) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponible en <http://www.cidades.ibge.gov.br/> (visualizado en abril de 2015).

INMET (2015) - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponible en <http://www.inmet.gov.br/> (visualizado en abril de 2015).

LITTLE, C. E. (1990). *Greenways for America*. The John Hopkins University Press, Baltimore and London.

MANSON, F. J.; LONERAGAN, N. R.; SKILLETER, G. A.; PHINN, S. R. (2005). An evaluation of the evidence for linkages between mangroves and fisheries: a synthesis of the literature and identification of research directions. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 43, pp. 483-513.

METZGER, P.; ROBERT, J. (2013). Elementos de reflexión sobre la resiliencia urbana: usos criticables y aportes potenciales. *Territorios*, n. 28, pp. 21-40. Universidad del Rosario.

PANITZ, C. M. N.; MASUTTI, M. B. (2000). O impacto do lixo desativado para o manguezal do Itacorubi. Florianópolis, SC. In: *Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros*. Vitória, ES, pp. 303-310.

PELUSO JUNIOR, V. A. (1991). *Estudos de geografia urbana de Santa Catarina*. Florianópolis: Secretaria de Estado da Cultura e do Esporte. Editora da UFSC.

PNUD (2010) - Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas. Disponible en <http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx> (visualizado en abril de 2015).

REIS, A. F. (2010). Crescimento Urbano -Turístico, Meio Ambiente e Urbanidade no Litoral Catarinense. *Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo*. Rio de Janeiro.

SÁNCHEZ DALOTTO, R. A. (2003). *Estruturação de dados como suporte à gestão de manguezais utilizando técnicas de geoprocessamento*. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

SORIANO, A. J. S. (2006). *Estrada parque: proposta para uma definição*. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia. Universidade Estadual Paulista. Unesp. Rio Claro.

TRINDADE, L. C. (2009). *Os manguezais da Ilha de Santa Catarina frente à antropização da paisagem*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina.

UNIÓN EUROPEA , Dictamen del Comité de las Regiones de 5 de diciembre de 2013. Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa. Diario Oficial de la Unión Europea, 2013/C 356/08.

UNRIC - Centro Regional de Información de las Naciones Unidas (2015). Disponible en <http://www.unric.org/pt/actualidade/> (visualizado en marzo de 2015).

WALKER, B., HOLLING; C.S., CARPENTER, S.R.; KINZIG, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2): 5.