

# ANÁLISE DOS IMPACTOS DA OCUPAÇÃO URBANA NA GESTÃO ECOLÓGICA DO CICLO DA ÁGUA NA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA

Liza Maria Souza de Andrade; Marcos Borges Dias - Centro Universitário UNIEURO;  
Viridiana Gomes Gabriel - Centro Universitário UNICEUB.

[lizaandrade@uol.com.br](mailto:lizaandrade@uol.com.br); [marcosborgesdias@gmail.com](mailto:marcosborgesdias@gmail.com); [viridianagg@gmail.com](mailto:viridianagg@gmail.com)

## Resumo

Desde sua descoberta, em 1503, a Ilha de Fernando de Noronha, ponto estratégico nas rotas das grandes navegações, sofre mudanças em seu meio ambiente natural. A tripulação era abastecida com água doce, madeira para botar fogo nas caldeiras e produtos para sua alimentação. No período em que a Ilha se tornou um cárcere, as árvores de grande e pequeno porte foram destruídas para se evitar fugas através da construção de jangadas e também a construção de esconderijos. Este fato contribuiu para alterar o *ciclo da água na ilha*, principalmente nos mananciais subterrâneos temporários, obrigando os governos que se sucederam a se esforçarem na busca de soluções para a escassez de água. Atualmente, os açudes de Fernando de Noronha estão com suas APPs altamente artificializadas, com cobertura vegetal esparsa ou nula e com as margens assoreadas comprometendo a sustentabilidade hídrica da ilha e provocando prejuízos econômicos tais como: aumento nos custos de tratamento de água como a dessalinização. Hoje toda a ilha depende do dessalinizador como fonte de abastecimento de água que está distante das vilas. Outro aspecto importante a ser considerado na questão do ciclo da água é a natureza argilosa dos solos, aliada à sua espessura, dificulta a infiltração e a acumulação de água no subsolo, desfavorecendo o armazenamento de água subterrânea, mesmo com a grande capacidade de armazenamento dos aquíferos fraturados. A falta de condições de evolução de drenagem em pequenas superfícies (bacias pequenas com declividades baixas –15%) e ausência de vegetação nos mananciais faz com que as águas das precipitações durante o período chuvoso escoem rapidamente, sob regime torrencial, contribuindo para a aceleração dos processos de erosão superficial do solo. Somadas a isto, a impermeabilização do solo e o sistema de drenagem utilizada na rodovia aumenta a velocidade do escoamento da água superficial, a poluição e o assoreamento dos cursos d'água intermitentes e de sistemas de drenagem natural. Convive-se, ao mesmo tempo, com pequenas enchentes e estiagem (abundância e racionamento de água). O objetivo deste trabalho é fazer uma análise qualitativa dos impactos ambientais apontando para indicadores de estrangulamento e cenários futuros baseados em *princípios da gestão ecológica do ciclo da água*. Na procura de parâmetros para o desenho urbano sustentável dos assentamentos da ilha, urge estabelecer princípios para um novo modelo de gestão da água para que possam ser relacionados no futuro a indicadores que mensurem a quantidade de recursos hídricos para manter um equilíbrio de uma determinada unidade hidrográfica, considerando a sua *eficiência hídrica*.

**Palavras Chaves:** gestão ecológica do ciclo da água; indicadores de eficiência hídrica; indicadores de estrangulamento da ocupação urbana.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos primeiros séculos desde seu descobrimento em 1503, devido à sua posição estratégica, a ilha de Fernando de Noronha funcionava como porto intermediário nas rotas das grandes navegações, em meio às travessias arriscadas daqueles tempos. De acordo com SILVA (s.d) a tripulação era abastecida com água doce, madeira para botar fogo nas caldeiras e alimentos - frutos e raízes, ovos, aves e tartarugas para sua alimentação.

Segundo a autora, a partir do século XVIII, houve uma alteração do espaço natural com a ocupação da Capitania de Pernambuco. Houve a introdução sistemática de plantas exóticas, e a criação de gado e de aves. Posteriormente o espaço urbano veio a ser erguido pela mão de obra carcerária que usavam as pedras da ilha e também as que vinham nos lastros dos navios.

SILVA (s.d) afirma que a destruição da cobertura vegetal de todas as árvores de grande porte da ilha associa-se a medidas preventivas para se evitar fugas através da construção de jangadas e, da mesma forma o corte das árvores de pequeno porte tinha o objetivo de evitar esconderijos. Este fato contribuiu para reduzir a quantidade de chuvas e provocar estiagens terríveis obrigando os governos que se sucederam a se esforçarem na busca de soluções para a escassez de água na ilha.

Pode-se observar hoje que o *ciclo da água* na ilha foi drasticamente alterado com a impermeabilização dos solos e o sistema de drenagem tradicional utilizado na BR 363. Com o aumento do escoamento da água superficial, da poluição e do carreamento de detritos lançados nas vias, abriu-se um processo de assoreamento dos cursos d'água e encurtou-se a concentração de água nas áreas de drenagem natural e a infiltração do solo.

Conseqüentemente, houve uma redução nos aquíferos que se acentuam o contraste dos períodos chuvosos e os de estiagem. Convive-se, ao mesmo tempo, com pequenos alagamentos e estiagem, abundância e racionamento de água.

A inexistência de bases cartográficas coerentes, a delimitação correta das microbacias e seus respectivos cálculos da bacia hidrológica e superfícies impermeabilizadas inviabilizam uma análise quantitativa dos indicadores relacionados à gestão dos recursos hídricos na ilha de Fernando de Noronha.

O trabalho aqui desenvolvido é parte da terceira etapa do Estudo de Capacidade da ilha de Fernando de Noronha (2007). De acordo com a análise dos técnicos na segunda etapa do estudo ao se analisar as informações altimétricas e de drenagem em conjunto com a imagem de satélite observou-se, em algumas drenagens, algumas inconsistências geográficas. Neste sentido, procurou-se desenvolver uma análise qualitativa dos impactos ambientais, ressaltando alguns indicadores de estrangulamento, e, por fim, apontando para cenários futuros.

A área dentro dos limites da Zona Urbana do Plano de Manejo da APA foi analisada sob a ótica dos princípios da gestão ecológica do ciclo da água a qual envolveu aspectos de legislação ambiental e uso do solo e teve como foco a drenagem urbana, o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos.

## **2. OS INDICADORES DA GESTÃO ECOLÓGICA DO CICLO DA ÁGUA**

A expansão urbana de baixas densidades impermeabiliza uma parte significativa das unidades hidrográficas, aumenta o consumo e desperdício nas redes distantes do abastecimento, contribuindo para distorções no movimento dos fluxos de água da bacia. Por outro lado, áreas de altas densidades têm taxa de permeabilidade menor. Portanto, este é um dos desafios atuais para o planejamento do espaço urbano: conciliar a questão das densidades urbanas com a questão do ciclo hidrológico.

Os zoneamentos propostos pelo Plano de Manejo da APA de Fernando de Noronha e pelo Anteprojeto de lei de Uso e Ocupação do Solo da Administração da ilha não conseguem promover uma gestão integrada dos recursos hídricos. A delimitação das microbacias nos mapas de recursos hídricos da CPRH não coincide com a delimitação do Plano de Manejo, o que mostra a ausência de um planejamento das microbacias e um zoneamento do regime hidrológico desenvolvido pela Agencia Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH.

Além disso, as ações de saneamento ambiental têm sido realizadas de forma pouco integradora, com um foco limitado, distante dos impactos causados pela ocupação urbana. Neste sentido, se fazem necessários instrumentos preventivos de impactos para a gestão dos recursos hídricos da

ilha, que perpassem diferentes ações no espaço intra-urbano: uso do solo, legislação ambiental, drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos. Entre os instrumentos destacam-se os indicadores ambientais intra-urbanos.

Segundo Andrade e Romero (2005), os indicadores ambientais intra-urbanos existentes no Brasil estão relacionados ao sistema de abastecimento de água e ao sistema de esgotamento sanitário das populações atendidas bem como de quantidade e qualidade da água. Não consideram a quantidade de recursos para manter um bom funcionamento do ciclo hidrológico indicando a porcentagem dos espaços impermeabilizados dentro da unidade hidrográfica e os efeitos para os ecossistemas.

De acordo com as autoras a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB/IBGE desenvolvida em 2000, não considerou o índice de cobertura ou a eficiência do sistema – macro ou microdrenagem e sim a existência ou não de rede, independentemente de sua extensão, investiga somente, as condições de saneamento básico dos municípios brasileiros: oferta, qualidade dos serviços prestados, análise das condições ambientais e inclui também alguns dados sobre *drenagem urbana*.

Nos indicadores de desenvolvimento sustentável do IBGE – IDS de 2002 e os indicadores ambientais da Agenda Marrom, o tema água está diretamente ligado às questões de saneamento, inseridos nas dimensões social, econômica, ambiental e instrucional. Não foram estabelecidos indicadores relacionados à *capacidade de suporte* de uma unidade hidrográfica, ou tampouco associados à ocupação física.

A existência de poucos trabalhos que tratem de proposições metodológicas dificulta o estabelecimento de indicadores de eficiência hídrica. Somente seria possível se o modelo de gestão adotado para a proposição de indicadores trabalhasse com a *capacidade de antecipação dos impactos* para diminuir a pressão sobre os ecossistemas que também demandam água.

Segundo Navarro Jurado (s/d), a escassez da água em áreas turísticas é um indicador fundamental para se estabelecer a capacidade de suporte. Estudos desenvolvidos para indicadores de infra-estrutura e recursos hídricos na Costa do Sol na Espanha basearam-se em: recursos potenciais hídricos associados ao regime de precipitação, configuração física das bacias

hidrográficas e quantificação dos recursos disponíveis a partir da infra-estrutura implantada e dos recursos subterrâneos.

De acordo com o autor, com os dados dos recursos potenciais e disponíveis pode-se medir se há um aproveitamento máximo do potencial hídrico, estimar o consumo de água total e estabelecer o consumo médio por habitante a partir de modelos de consumo da zona estudada. Assim, por meio do conhecimento da infra-estrutura é possível estabelecer a capacidade de carga futura baseada no cálculo de consumo e recursos disponíveis.

No entanto, os estudos de indicadores desenvolvidos na Costa do Sol alertaram que a capacidade de carga estava esgotada porque apesar da realização de obras de saneamento ambiental nos últimos anos, depende-se das precipitações anuais para a recarga dos corpos hídricos. As intervenções urbanas e a forma da ocupação podem ter um efeito direto no *ciclo da água* e no regime de precipitações, geralmente, não computadas nos planos de Ecoturismo

Outro aspecto importante relatado neste estudo é que as estratégias de planejamento do regime hídrico, geralmente, não coincidem com as estratégias de crescimento apontadas por gestores locais. Em resumo, para se medir impactos no ciclo da água deve-se levar em conta a carga populacional e o futuro crescimento bem como a ocupação urbana, as técnicas de saneamento ambiental e a *forma* que as cidades são assentadas no sítio natural.

No caso de Fernando de Noronha, o estudo intitulado Plano de Gestão de Ecoturismo e Desenvolvimento Sustentável desenvolvido em 2001 (Capacidade de Suporte) estimou que se houvesse um acréscimo de 30% na infra-estrutura na capacidade de suporte do sistema de infra-estrutura (ampliação de 2.200 pessoas para 6.690 pessoas) garantiria o crescimento progressivo da população. Porém, este estudo associou o limite da capacidade de suporte ao aumento da infra-estrutura e não à capacidade de suporte dos ecossistemas e tampouco à gestão ecológica do ciclo da água baseado na forma da ocupação urbana.

Neste sentido, torna-se imprescindível a busca de parâmetros que contribuam para a capacidade de antecipação de impactos voltados para a forma da ocupação urbana baseado em princípios de um novo modelo de gestão da água. Ao mesmo tempo, deve-se relacioná-los a indicadores que

measuram a quantidade de recursos hídricos para manter um equilíbrio de uma determinada unidade hidrográfica, considerando a sua *eficiência hídrica*.

Segundo Andrade e Romero (2005) a *gestão ecológica do ciclo da água* nas escalas urbanas requer um equilíbrio no desenho dos espaços pavimentados e os espaços ajardinados. Nas cidades, onde as superfícies pavimentadas ocupam a maior parte do solo, é indispensável favorecer a evaporação das águas pluviais e sua infiltração natural. Nesta nova visão, o projeto dos espaços públicos (ruas, praças ou parques) deveria fazer parte de uma estratégia abrangente para melhorar a qualidade do ar, reaproveitar a água das chuvas, e, conseqüentemente, aumentar, o conforto térmico de toda a cidade.

Inversamente ao que se tem feito nos projetos de drenagem no Brasil, o novo *paradigma* para a concepção de sistema de drenagem é tentar reter o maior tempo possível a água, onde ocorre a precipitação, retardando a liberação para as áreas mais baixas ou favorecendo a infiltração no solo das águas da chuva. Este sistema permite, ainda, que sejam implantadas vilas com densidades maiores que o sistema tradicional, uma vez que os espaços públicos são tratados para a melhoria da infiltração e armazenamento de água.

Em alguns países desenvolvidos, a gestão ecológica do ciclo da água é assegurada por leis e normas locais e federais, a saber: uso econômico da água potável, reservando-a para o estritamente necessário; gestão descentralizada da água da chuva; construção de poços e instalações que favoreçam a infiltração da água por meio de projetos de ocupação do solo nos municípios/ e reaproveitamento das águas pluviais, em algumas normas para edificações.

As técnicas de *Saneamento Ecológico* também fazem parte de estratégias para melhorar o desempenho ambiental da ocupação urbana, a saber: sanitários secos, tanques de evapotranspiração, biodigestores e reatores anaeróbios, tratamento por zona de raízes, círculo de bananeiras, e sistema wetlands, Uma vez tratadas no local, as águas residuais podem ser infiltradas no solo novamente contribuindo para o fortalecimento do ciclo da água.

De acordo com Andrade e Romero (2005) a construção para um sistema de indicadores de eficiência hídrica deve relacionar os princípios da gestão aos indicadores descritos na tabela abaixo:

<b>PRINCÍPIOS DA GESTÃO ECOLÓGICA DA ÁGUA</b> (Gauzin-Müller, 2002):	<b>INDICADORES NECESSÁRIOS (Rueda, 2000)</b>
<b>Proteger o lençol freático e as águas superficiais</b>	Uso de água local – indica a porcentagem de água que está sendo captada do lençol freático – poços artesianos.
<b>Reduzir o consumo de água potável e garantir sua qualidade</b>	Área da Bacia necessária para o abastecimento - a superfície da bacia necessária para abastecer de água potável o sistema urbano. Faz-se o cálculo para um ano normal e um ano seco.
<b>Minimizar o volume de água residual para limitar os custos relacionados com seu tratamento, com o redimensionamento das redes existentes saturadas e, com a construção de novas estações de tratamento.</b>	Porcentagem de apropriação da água da Bacia – é um indicador de apropriação humana da água (consumo). Não se deve passar de 1/3 do total, deve-se levar em conta as necessidades do resto dos ecossistemas. Contribuição de água para consumo – é a soma dos fluxos que entram no sistema urbano para seu consumo. Perdas de água no sistema – falhas no sistema
<b>Garantir um tratamento ecológico das águas residuais (Saneamento Ecológico)</b>	Contaminação do meio – consiste em saber a quantidade de contaminação em peso que se converte ao sistema hídrico (esgotos, resíduos de drenagem). Índice de qualidade da água – detectar e avaliar problema de impactos tanto na captação como no lançamento Estações de Tratamento – capacidade das estações existentes e futuras instalações
<b>Limitar a impermeabilização das superfícies para reduzir os riscos de inundações</b>	Reaproveitamento de águas residuais – avaliar se a população é sensibilizada com a questão da escassez desse recurso
<b>Criar bacias de captação integradas com os espaços verdes que melhorem simultaneamente a qualidade do ar e o clima social</b>	Superfície impermeabilizada – quantidade de superfície ocupada por edificações, infra-estruturas e superfícies impermeáveis no terreno.
<b>Criar bacias de captação integradas com os espaços verdes que melhorem simultaneamente a qualidade do ar e o clima social</b>	Espaços Públicos ou parques – áreas disponíveis para a implantação de bacias de captação e a porcentagem de áreas degradadas.

Apesar de a microbacia ser a bioregião necessária para se estabelecer uma capacidade de suporte dos ecossistemas naturais, o processo de ocupação da estruturas das vilas determina diretamente os impactos significantes e de longo alcance no seu desenvolvimento econômico e na saúde social e ambiental. Devido à ausência de uma definição correta das microbacias, a análise foi desenvolvida baseada nos impactos da ocupação

urbana. A análise dos impactos reuniu atributos das ações dos serviços que se relacionam com a água - *drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, gestão de resíduos sólidos, uso do solo e legislação ambiental*.

### **3. ANÁLISE QUALITATIVA DA GESTÃO ECOLÓGICA DO CICLO DA ÁGUA NA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA**

Segundo Silva (s/d), na década de cinquenta, foi publicada uma síntese geográfica pelo IBGE sobre o território de Fernando de Noronha, a qual assinalava que as derrubadas de árvores para obtenção de lenha teriam agravado a escassez de água nos mananciais subterrâneos temporários. Atualmente em Fernando de Noronha convive-se basicamente com o *acionamento de água*, apesar de alguns documentos históricos relatarem no passado, abundância de água na ilha.

A capacidade de infiltração do solo reduziu-se drasticamente. Os rios da ilha não são perenes apenas córregos intermitentes com vazão reduzida no verão e a natureza do solo vulcânico sem lençóis freáticos não contribuem para a recarga das águas subterrâneas

De acordo com o Plano de Manejo da APA, as bacias são relativamente pequenas com declividades baixas, de ordem de 15%. A falta de condições de evolução da drenagem em tão reduzida superfície dificulta a infiltração de água que pudesse gerar mananciais. Somadas a esses fatores, a natureza argilosa dos solos e a fina espessura do solo, dificulta a infiltração e a acumulação de água no subsolo, desfavorecendo o armazenamento de água subterrânea, mesmo que a capacidade de armazenamento dos aquíferos fraturados seja relativamente grande.

A ausência de vegetação nos mananciais faz com que as águas das precipitações durante o período chuvoso escoem rapidamente, sob regime torrencial, contribuindo para a aceleração dos processos de erosão superficial do solo. Mesmo assim os mananciais de superfície e subterrâneos sustentaram a ilha por muitos anos quando a população e o fluxo turístico eram bem menores que o verificado atualmente.

#### **3.1 O sistema de drenagem da ilha e a ocupação urbana**

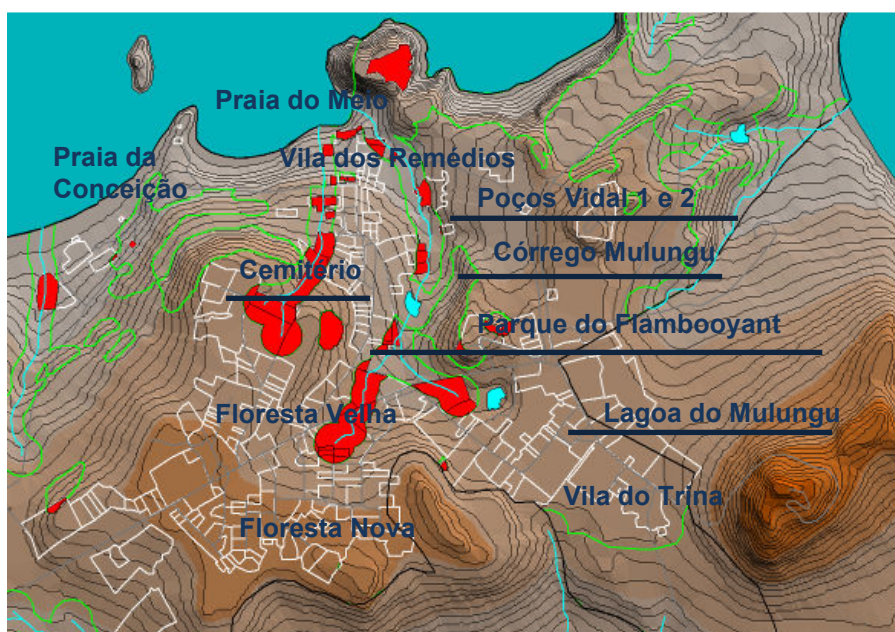
Segundo Silva (s/d), na Zona Urbana do lado leste da ilha, o Córrego Mulungu abastecia toda a Vila dos Remédios, formado pelas duas linhas de



drenagem das águas que correm pelo morro do Francês e aquelas que fluem pelas Vilas dos Remédios, da Floresta Velha e Floresta Nova, formando uma pequena lagoa na região da Vila do Trinta. A umidade proporcionada por esse riacho foi identificada desde a primitiva ocupação holandesa, que ali passaram para se refrescarem e criaram áreas de aclimação de plantas. Existem algumas pontes seculares sobre o riacho, uma delas parcialmente restaurada (**Figura 01**).

As duas cabeceiras de linha de drenagem ocupadas pela vilas acarretam em impermeabilização da porção alta da microbacia do córrego Mulungu. As cabeceiras se encontram a jusante do Parque dos Flamboyants, assim como o escoamento pluvial captado da pista de pedestre e estrada. O sistema de drenagem tradicional existente contribui para a distorção dos fluxos dos escoamentos superficiais e subterrâneos alterando a capacidade hídrica do córrego Mulungu e de recarga de aquífero, fatos que não se agravaram devido à arborização nas suas proximidades e a capacidade de infiltração de água no solo do parque.

Ao mesmo tempo há um desperdício de armazenamento destas águas neste local, visto que a declividade contribui para o escoamento. Nos últimos anos houve uma diminuição da vazão dos dois poços existentes na APP do córrego Mulungu, o Vidal 1 e 2. Neste sentido, a preservação dos limites para ocupações próximas aos cursos d'água torna-se imprescindível, as APPs, consideradas na Zona de Proteção da Vida Silvestre do Plano de Manejo.



**Figura 01**– Sobreposição da Zona de Proteção da Vida Silvestre (APPs em destaque) e a Zona Urbana no lado Leste da ilha. Modelagem Valério Medeiros.

A Lagoa do Mulungu, situada na Vila dos Trinta é considerada uma área estratégica no Plano de Manejo, foi construída em 1974, juntamente com cacimbas, cisternas e reservatórios construídos ou melhorados, minimizando o problema nas áreas mais densas da ocupação urbana. Atualmente a Lagoa do Mulungu está praticamente seca. Deveria ser recuperada e tratada paisagisticamente com estreitos caminhos como um dos pontos de encontro da comunidade. Aí cabe a aplicação da Resolução CONAMA 369 para áreas verdes de domínio público.

As águas que escoam da outra linha de drenagem que nasce na Vila Floresta Velha e corre até a praia do Meio adquirem uma velocidade alta carreando os sedimentos até o mar. A área do cemitério dentro da APP entre, a Vila dos Remédios e, a Floresta Velha, pode vir a contaminar o solo e o lençol freático devido à má conservação dos túmulos aliada a processos erosivos decorrentes da inexistência de sistema de drenagem.

Nesta mesma linha de drenagem, na mesma APP, dentro da Vila dos Remédios a quadra de esportes está localizada em área imprópria e o corte inadequado das árvores das vias contribui para os efeitos de ilhas de calor que aumenta a temperatura no núcleo urbano.

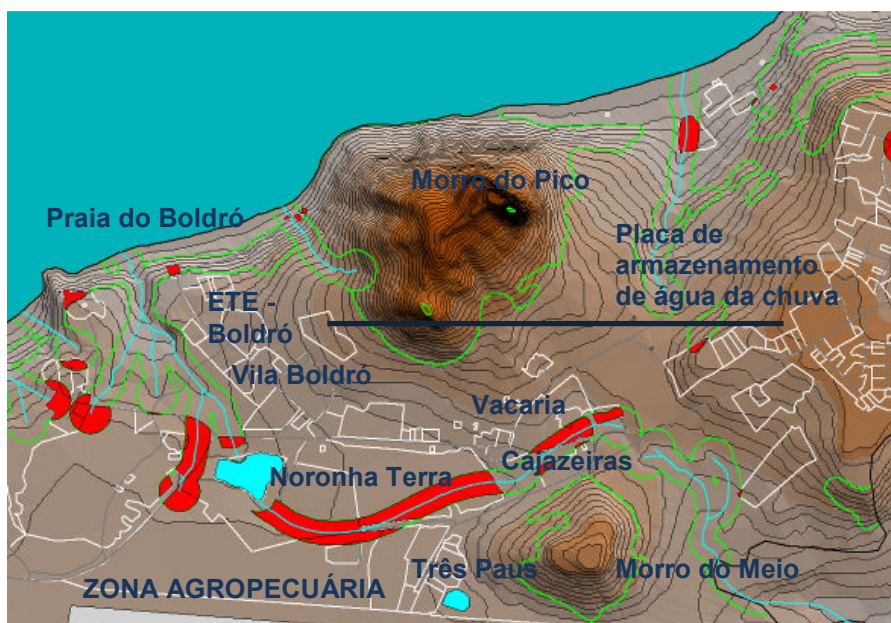
Dentro da visão da gestão ecológica do ciclo da água, poderiam ser construídas pequenas lagoas de filtragem com plantas depuradoras ao longo da APP que está artificializada. Os projetos dos espaços públicos como, mirantes, praças, parques e calçadas devem ser pensados com áreas de infiltração como várzeas florestadas, biovaletas, jardins de chuva, canteiros pluviais, cisternas de captação de água e sistemas agroflorestais para amenizar a velocidade das águas e contribuir para a recarga de aquíferos.

Em alguns trechos da rodovia BR 363, próximos a Floresta Velha, ainda não foram executadas as obras de drenagem de águas pluviais e nem o calçamento das vias de pedestres. Praticamente todas as vias da Vila Floresta Velha não encontram-se asfaltadas, não possuem sistema de drenagem e tampouco calçamento para pedestres, o que contribui para erosões e assoreamento das linhas de drenagem. Há uma potencialidade para a construção de canais de infiltração paralelos a vias desde que verificado as condições de permeabilidade do solo.

Na Zona Urbana na extremidade Leste da ilha, o Plano de Manejo também ressalta a possibilidade de assoreamento da Baía de Santo Antonio e a poluição desta devido à ausência de coleta e tratamento de esgoto e deficiência de coleta de resíduos sólidos. Pela declividade da via percebe-se que o fluxo das águas pluviais adquire uma velocidade que contribui para o carreamento de detritos para a baía. A construção de canais de infiltração paralelos a via seriam necessários.

O lado oeste da ilha possui assentamentos com densidades inferiores ao lado leste, entretanto, o seus entornos, suas microbacias recebem uma carga de resíduos similar ou superior ao outro lado. Lá se encontram a Usina de Tratamento de Lixo e a Estação de Esgoto do Boldró.

O sistema captação de água para o dessalinizador está implantado no final da Vila do Boldró, com bombeamento para a parte alta na sede da Compesa. Situa-se em área de corais o que pode levar a uma redução da biodiversidade local, com risco de aporte de óleos e graxas da casa de bombeamento. Paradoxalmente, esta região é favorecida para a prática de mergulho e banhos de mar devido à presença de corais na praia.



**Figura 02 – Sobreposição da Zona de Proteção da Vida Silvestre (APPs) e a Zona Urbana Oeste/Norte. Modelagem Valério Medeiros.**

O Córrego do Boldró se origina da drenagem das águas que descem do morro do Pico e do Meio. Abastece o açude da Ema e deságua na praia do Boldró. Segundo Dias (s/d) seculares “mulungus” formam uma espécie de “túnel-verde” para as águas em seu leito pedregoso. Atualmente, nas APPs do

córrego do Boldró se observa cobertura vegetal apenas na sua porção baixa à jusante da ETE do Boldró onde ainda resta cobertura vegetal exótica. Entre a ETE do Boldró e a cabeceira do córrego do Boldró, a APP não apresenta cobertura vegetal, ocupada por atividade agropecuária e antrópica.

O lado mais ao sul da porção oeste da ilha possui dois córregos: o Córrego Atalaia e o Córrego Maceió. As nascentes do Córrego Atalaia se encontram nas costas dos morros do Meio, do Francês, do Curral e na cabeceira do aeroporto e deságuam na praia da Atalaia, onde se forma a única área aluvial do arquipélago. Este córrego localizado em área de grande fragilidade ambiental deságua na baía Sueste, contribuindo com a água doce necessária para a formação do ecossistema mais especial da ilha: o mangue do Sueste, o único manguezal oceânico do Atlântico Sul. Percebe-se a escassez de água refletida no manguezal. Esta área, também, é considerada estratégica pelo Plano de Manejo na Zona de Recuperação. São áreas alteradas e degradadas peça ação do homem e que necessitam de medidas intensivas de recuperação.



**Figura 03 – Sobreposição da Zona de Proteção da Vida Silvestre (APPs) e a Zona Urbana Oeste/Norte.** Modelagem Valério Medeiros.



**Figura 04 – Açude da Pedreira.**  
Foto: Lídia Santos

O Córrego Maceió, foi barrado para a construção do açude e hoje armazena água no Açude Xaréu que está em colapso. O açude e as outras linhas de drenagem que abrangem parte da pista do aeroporto, as vilas DPV e Vai Quem Sabe, e a drenagem da Pedreira desativada contribuem para o assoreamento do mangue. A barragem deve ser demolida para que o caminho das águas seja liberado. A área da antiga pedreira deve ser reabilitada ambientalmente com revegetação e canais de infiltração. Novos usos deveriam

ser destinados para o local como, por exemplo, um centro cultural e de educação ambiental.

### **3.2 A situação do abastecimento de água**

Os açudes de Fernando de Noronha estão com suas Áreas de Proteção Permanente - APPs altamente artificializadas, com cobertura vegetal esparsa ou nula e com as margens assoreadas comprometendo a sustentabilidade hídrica da ilha e provocando prejuízos econômicos tais como: aumento nos custos de tratamento de água, busca de novas e distantes fontes para abastecimento.

A situação atual dos dois maiores açudes, o Xaréu com capacidade de armazenamento de 411.000 m<sup>3</sup> e o da Pedreira de 26.000 m<sup>3</sup>, é de colapso total. Os dois juntos deveriam produzir um volume de água de 12m<sup>3</sup> por hora.

A situação das águas subterrâneas também não é diferente. Os poços de Fernando de Noronha são todos em cristalino e captam suas águas no meio fissural, com vazões normalmente limitadas. Os poços que a Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA explora deveriam fornecer uma vazão de 10 m<sup>3</sup> por hora. No entanto não estão atendendo a demanda.

Segundo o Plano de Manejo, a população estimada na ilha de Fernando de Noronha em 2003 era de 3300 pessoas: 2520 moradores permanentes e 807 temporários. O cadastramento socioeconômico desenvolvido pela ADEFN de 2004 apontou uma população permanente de 2337 moradores permanentes.

A COMPESA fez um cálculo diário em 2007 estimado para o abastecimento de água da população em 2006 de 3000 habitantes entre nativos e residentes e o fluxo turístico de 1000 pessoas totalizando 4000 pessoas com um consumo per capita de 180l/hab/dia. Assim a demanda da ilha por dia é de 720 m<sup>3</sup>, acrescida de 20% de coeficiente de majoração chega-se a uma demanda de 864 m<sup>3</sup> por dia, o que corresponde a uma vazão de 36 m<sup>3</sup> por hora.

A capacidade de produção dos mananciais da ilha para atendimento dessa demanda poderia atender grande parte da população se não fosse a escassez de água nos mananciais de superfície e subterrâneos afetados pelo regime de chuvas dos anos de 2004 a 2006 (em 2005 chegou a 329mm/ano).

Segundo dados da COMPESA a média anual de precipitação em Fernando de Noronha é de 1350mm/ano. O Plano de Manejo considera 1200mm/ano.

Pode-se dizer, então, que a *capacidade de suporte da Ilha está esgotada em relação aos mananciais de superfície e subterrâneo*. Nos documentos históricos levantados por Silva (s/d) na época da II Guerra Mundial, o aumento forçado da população (cerca de 3.000 soldados foram mandados para ilha) agravou a situação da infra-estrutura existente para o abastecimento de água.

A COMPESA propõe a elevação da produção atual do dessalinizador de 20,00 m<sup>3</sup>/hora para uma vazão de 36 m<sup>3</sup>/hora. Se analisada a capacidade de suporte da ilha sob o viés do atendimento da demanda pelo dessalinizador, não há limites. À medida que se aumenta a demanda aumenta-se a produção do dessalinizador. É importante ressaltar que a localização da captação do dessalinizador na praia do Boldró, em um recife de coral, pode causar impactos futuros.

Outro aspecto que deve ser considerado é o da dependência das vilas de um único sistema de abastecimento de água e a distância da captação aos assentamentos. Quando há um *colapso* no sistema de energia, o abastecimento de água tem que ser interrompido, pois o bombeamento e a dessalinização da água dependem do sistema energético de fontes não renováveis. O incêndio ocorrido em junho de 2007 em três dos cinco geradores da Usina Elétrica de Tubarão, provocou a suspensão do turismo na ilha e a população ficou sem energia e água por dois dias.

Há uma placa coletora de água da chuva de concreto nas dimensões de 50X150 metros instalada no sopé do morro do Pico, construída com o apoio da base americana "POT" entre 1957 e 1965. Possui dois reservatórios de 1.500 m<sup>3</sup>. Atualmente os reservatórios da placa coletora não são considerados pela COMPESA como fonte de abastecimento de água devido à escassez das chuvas nos últimos anos e a perda de água no sistema.

Esses reservatórios foram importantes nos períodos abundantes de chuva, como alternativa para economizar o principal manancial: o açude Xaréu. Todas as residências e espaços públicos próximos as residências, por exemplo, deveriam conter um pequeno sistema de abastecimento como as

cisternas de armazenamento de água da chuva. Estas têm menos perda no sistema tanto no deslocamento quanto na evaporação.

Um bom instrumento a ser considerado é o Programa Cisternas para o semi-árido brasileiro, coordenado pela Secretária Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Este programa constrói em média uma cisterna de 16.000 litros para as famílias sobreviverem 180 dias de seca sem considerar a demanda para a produção de alimentos. Se for considerada a demanda para as 480 residências em Fernando de Noronha, deveriam ser construídas aproximadamente 480 cisternas de 16.000 litros, o que resultaria em mais 7.680.000 litros de água.

O abastecimento por esse sistema na época da seca não seria o suficiente, principalmente por tratar-se de uma região turística. Portanto, este sistema deve ser integrado a outro como a construção de cisternas nos espaços públicos, não tão distantes das residências, aonde o uso da declividade conduzisse diretamente para grandes cisternas de armazenamento. O novo projeto de Lei de Uso e Ocupação do Solo deve estabelecer como norma no novo Código de Obras a obrigatoriedade da instalação de cisternas em todas as residências de Fernando de Noronha visto que a capacidade de água doce da ilha está esgotada.

### **3.3 O sistema de esgotamento sanitário**

Atualmente a ilha de Fernando de Noronha conta com duas estações de tratamento de esgoto: a ETE- Cachorro e a ETE- Boldró. A ETE Cachorro liga 216 prédios, metade do total -; três fossas coletivas que atendem, no seu conjunto, a 44 edificações, ou seja, 10% do total; e 107 fossas individuais que correspondem à quarta parte da população. As vilas beneficiadas são: Vila dos Remédios e adjacências, Floresta Nova, Floresta Velha e Vila do Trinta.

Segundo a COMPESA atualmente o sistema de Lagoas de Estabilização do Complexo do Cachorro (Vila dos Remédios), é composto de uma lagoa facultativa e três lagoas de maturação. O esgoto é coletado e dirigido às lagoas e seus efluentes lançados em leitos de rios secos. O sistema está concebido em função da drenagem natural dessas áreas e do corpo receptor para os efluentes das instalações de tratamento: o mar ou reuso controlado em projeto de irrigação.

A ETE do Boldró liga 44 edificações, 11% do total. As vilas beneficiadas são: a Vila do Boldró e suas adjacências. Da mesma forma que a ETE-Cachorro o sistema conta, atualmente apenas com tratamento primário que é ineficaz e não atende às normas; evidenciando a necessidade de tratamento secundário e terciário. As Lagoas de Estabilização do Complexo do Boldró apresentam problemas relacionados à impermeabilização, a qualidade de efluentes liberados na praia do Boldró, à drenagem de águas pluviais e a invasões de animais para pastagem.

Portanto, ambas as ETES funcionam atualmente de maneira ineficiente. Os esgotos sem tratamento adequado da Vila Militar da Aeronáutica, são conduzidos para a única reserva de manguezal da ilha de Fernando de Noronha, situada na praia de Sueste. De acordo com a COMPESA, os sistemas da ETE Cachorro e Boldró serão ampliados com previsão ainda para o ano de 2007 e o tratamento receberá rafa-reatores, anaeróbio de fluxo ascendente, somados a um filtro anaeróbio e posteriormente, liberado na lagoa de sedimentação e leito de secagem. Estima-se uma eficiência do tratamento de 93%.

Seria recomendável associar o sistema ao tratamento de leito cultivado (*wetland*), com plantas aquáticas como pós-tratamento. Estas plantas deveriam compor a paisagem e o espaço deveria ser aberto à visitação como forma de educação ambiental e alerta de capacidade de suporte da ilha.

Os sistemas isolados, dotados de instalações de tratamento, em simples fossas sépticas, beneficiam as vilas Três Paus, parte da Vila do Trinta e Vila Militar. A eficiência de tratamento dos sistemas isolados é de aproximadamente 67%, necessita ser reajustado. Todas as fossas sépticas deveriam ser readequadas para o sistema de tratamento natural com plantas, tipo zona de raízes ou tanques de evapotranspiração.

Outra opção seria a instalação de biodigestores, capazes de reduzir até 70% a matéria orgânica e quando acoplados a biofiltros aumentam sua capacidade na remoção de carga orgânica, podendo chegar a 90% de eficiência. Além disso, os biodigestores podem produzir o biogás, mistura de metano e carbono que pode ser usada como fonte de calor, combustível, energia. O bio sólido resultante desses processos de fermentação poderia ser utilizado para fertirrigação e cultivo em geral.



Para as edificações localizadas em locais de difícil acesso como bares próximos às praias, se forem fixados, o recomendável é que se utilize o sanitário seco compostável. Esse sistema utiliza o método da compostagem das fezes com serragem e papel higiênico, eliminando a necessidade de água potável para empurrar as fezes esgoto abaixo e ainda gera um ótimo aditivo para o solo. Com este sistema, a água e o solo não são contaminados.

### **3.4 O uso do solo e o sistema de tratamento dos resíduos sólidos**

As áreas mais ao sul do lado oeste da ilha possuem ocupações de baixa densidade e que apresentam um histórico de uso voltado às atividades agropecuárias. Essas áreas poderiam desenvolver atividades agrícolas de forma mais sustentável. Compõem-se a Zona Agropecuária do Plano de Manejo as seguintes vilas: Núcleo Comunitário Três Paus; Núcleo Comunitário Estrada Velha do Suestes; Área do Projeto Noronha Terra; Núcleo Comunitário Basinha (com exceção de algumas áreas como o Hotel de Transito da ADEFN e as casas utilizadas pelos funcionários).

A proposta do Anteprojeto de Lei de Uso e Ocupação do Solo para esta região difere em extensão da proposta no Plano de Manejo. Essa divergência ocorre nas áreas situadas nas vizinhanças da Usina de Tratamento do Lixo e ao sul da pista de pouso de aeronaves. O Anteprojeto de lei considera área vizinha à usina do lixo, como Zona de Expansão Urbana, identificando que o parcelamento existente é caracteristicamente urbano. No caso de desmembramento e remembramento de lotes, o lote mínimo deve ser 5.000 m.<sup>2</sup>

O Plano de Manejo considera algumas áreas utilizadas para a prática agropecuária localizadas em zonas, cujas normas são incompatíveis ao atual uso, sendo necessárias ações de recuperação. Destaca a base do Morro do Pico; entre Floresta Velha e Vila dos Remédios; Complexo Residencial Vacaria (ambos os lados da rodovia); Núcleo Comunitário Vai Quem Sabe; Núcleo Comunitário Coréia; núcleo Comunitário Quixaba. Há um Indicador de estrangulamento, pois há uma tendência a ocupação urbana em terras agricultáveis e pouca produção local de alimentos, uma dependência de abastecimento do continente.

Para o planejamento do que deva ser área urbana e ou área agrícola, torna-se importante a *visão integradora da relação cidade-campo*. Intercalar

novos usos em torno das vilas rurais seria uma maneira de preservar áreas agroflorestais, riachos e bosques. Se houvessem algumas áreas urbanas-agrícolas, o lixo que hoje é recolhido misturado e segregado apenas na Usina de Tratamento de Resíduos Sólidos em orgânico/inorgânico, poderia ser compostado na integração dessas áreas.

Em média a produção de lixo por dia em Fernando de Noronha é de 3,5 toneladas - 30% de material orgânico compostável e 70% de matéria potencialmente reciclável. O lixo é transportado do lado leste, área de maior concentração de pessoas, para o lado oeste na Usina de Tratamento de Resíduos Sólidos e posteriormente “exportado” para o continente. A área da Usina de Tratamento de Resíduos Sólidos apresenta necessidade de adequação e manutenção de sua infra-estrutura.

Os pátios ou quintais das habitações da Zona Urbana proporcionam espaços para cultivo de alimentos em termos de energia, eficiência e benefícios diretos.

#### **4. SÍNTESE DA ANÁLISE: INDICADORES DE ESTRANGULAMENTO E CENÁRIOS FUTUROS**

Devido à imprecisão dos dados obtidos referentes às microbacias da ilha de Fernando de Noronha, a análise dos impactos da ocupação urbana no ciclo da água foi desenvolvida baseada nas técnicas de infra-estrutura utilizadas e na forma da ocupação urbana

A seguir, foi desenvolvido um quadro síntese das ações de saneamento ambiental reforçando os indicadores de estrangulamento e apontando para cenários futuros dentro da gestão ecológica do ciclo da água.

<b>GESTÃO ECOLÓGICA DO CICLO DA ÁGUA</b>		
<b>INDICADORES DE ESTRANGULAMENTO</b>	<b>CENÁRIOS FUTUROS</b>	
<b>SANEAMENTO AMBIENTAL</b>	<p><b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>  <b>Demanda &gt; Oferta - capacidade de carga esgotada</b>  Na segunda Guerra Mundial com 3.000 soldados houve racionamento de água.  Dados da COMPESA (2006): Demanda - 3000 pessoas (residentes e temporários) + 1000 turistas com um consumo de 180l/hab/dia – (720 m<sup>3</sup> + 20% = 864 m<sup>3</sup>). Demanda de 36 m<sup>3</sup>/hora. Produção do dessalinizador em 2006 = 20 m<sup>3</sup>/hora.  Os reservatórios da placa coletora não são considerados pela COMPESA como fonte de abastecimento de água devido a escassez das chuvas nos últimos anos.  Vazão diminuída dos poços, estes deveriam produzir juntos <b>10m<sup>3</sup>/hora</b>.  <b>Situação de colapso dos mananciais de superfície e subterrâneo.</b> Açude do Xaréu + Açude da Pedreira deveriam produzir <b>12m<sup>3</sup>/hora</b>.  Desperdício de água no tratamento de efluentes, as águas residuais não são reaproveitadas</p>	<p><b>Abastecimento de água alternativo</b>  Todas as residências deveriam conter um pequeno sistema de abastecimento como as cisternas de armazenamento de água da chuva (480 cisternas de 16.000 litros), o que resultaria em mais 7.680.000 litros de água no sistema.  O abastecimento por esse sistema não é o suficiente, portanto, deve ser integrado a outro sistema como a construção de cisternas nos espaços públicos, próximos às residências, aonde o uso da declividade conduzisse diretamente para grandes cisternas de armazenamento. Para tanto, deve ser associado ao desenho das novas praças e parques.</p>
	<p><b>DRENAGEM</b>  <b>Ineficiência na capacidade de infiltração do solo - capacidade de carga esgotada do sistema</b>  Desmatamento na época dos presídios. Os açudes de Fernando de Noronha estão em colapso com suas APPs altamente artificializadas, com cobertura vegetal esparsa ou nula.  Diminuição do nível das águas nos cursos d'água intermitentes nos mananciais subterrâneos (vazão diminuída dos poços Vidal 1 e 2).  Não há um plano de bacias definido pelo CPRH para a ilha. A qualidade das águas que escoam das linhas de drenagem estão comprometidas. Pela declividade da via percebe-se que o fluxo das águas pluviais adquire uma velocidade que contribui para o carreamento de detritos para os corpos hídricos. Barragens comprometeram o sistema.</p>	<p><b>Drenagem Natural</b>  Revegetação de toda a APA com árvores de grande porte e construção de pequenas lagoas de infiltração com plantas depuradoras ao longo das APPs que estão artificializada.  Os projetos dos espaços públicos como calçadas, praças, parques devem ser pensados com áreas de infiltração como várzeas florestadas, pequenas bacias e cisternas de captação de água e sistemas agroflorestais para amenizar a velocidade das águas e contribuir para a recarga de aquíferos.  Construção de canais de infiltração paralelos a vias desde que verificado as condições de permeabilidade do solo.</p>
	<p><b>TRATAMENTO DE ESGOTO</b>  <b>Tratamento ineficiente – capacidade de carga esgotada</b>  O sistema contempla apenas o tratamento primário é ineficaz e não atende às normas; evidenciando a necessidade de tratamento secundário e terciário.  As lagoas apresentam problemas relacionados à impermeabilização, à drenagem de águas pluviais e a invasões de animais para pastagem. A eficiência de tratamento dos sistemas isolados é aproximadamente 67% necessita ser reajustado. Gasto de energia para o tipo de tratamento de esgoto utilizado.</p>	<p><b>Saneamento Ecológico</b>  Associação do sistema: reatores ao tratamento de leito cultivado (<i>wetland</i>), com plantas aquáticas como pós-tratamento compondo a paisagem - de educação ambiental e alerta de capacidade de suporte da ilha.  Todas as fossas sépticas deveriam ser readequadas para o sistema de tratamento natural com plantas ou biodigestores  Para as edificações localizadas em locais de difícil acesso como bares próximos às praias, se forem fixados, recomendável o uso de sanitário seco compostável.</p>
	<p><b>RESÍDUOS SÓLIDOS</b>  <b>Produção &gt; Reciclagem - capacidade de carga esgotada</b>  Produção /dia em Fernando de Noronha: em média 3,5 toneladas - 30% de material orgânico compostável e 70% de matéria potencialmente reciclável.  Desequilíbrio no sistema - o lixo é “exportado” do lado leste, área de maior concentração de pessoas, para o lado oeste e posteriormente para o continente.</p>	<p><b>Visão integradora da relação cidade-campo. Desenho Permacultural.</b>  Implantar áreas urbanas-agrícolas com o lixo orgânico segregado na fonte poderia ser compostado em áreas pré-estabelecidas para o cultivo de hortas no espaço urbano.  Os pátios ou quintais das habitações proporcionam espaços para cultivo de alimentos.</p>

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O diagnóstico do Plano de Manejo deixa claro o comprometimento dos corpos hídricos da ilha. Desde 2003 o governo de Pernambuco regulamentou o Programa de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos como um instrumento de ação estratégica do Programa de Governo pela Secretaria de Planejamento do Estado. No entanto, não há um Plano de Bacias e tampouco um zoneamento do regime hidrológico.

É necessário que o futuro Plano Diretor da ilha de Fernando de Noronha seja sustentado por um Plano Diretor de Drenagem Urbana e um Plano Municipal de Saneamento. Os Planos precisam ser coerentes com todas as normas urbanísticas em vigor – zoneamento do uso e ocupação do solo, código de obras e, principalmente, com os instrumentos de política urbana que podem viabilizar medidas não-estruturais para o sistema de drenagem.

Os dados levantados indicam uma série de distorções na ocupação urbana da Ilha, fato que se justifica pela ausência de diretrizes básicas que norteiem o processo de urbanização. O estudo comprova que, conforme o atual modelo de ocupação, a Ilha já atingiu sua capacidade de suporte.

Para que se amplie a capacidade de suporte da Ilha é preciso primeiro mudar o modelo de ocupação atual, transformando-o em um novo modelo voltado para a sustentabilidade dos sistemas natural-urbano, principalmente no que tange a gestão dos recursos hídricos. Reforça-se a necessidade de primeiro reordenar a área urbana existente para depois se considerar a possibilidade de se expandir a área urbana, em estudos futuros.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDRADE, Liza Maria Souza de e Romero e Marta Adriana Bustos. **Construção de indicadores de eficiência hídrica: desafio para a Gestão ambiental Urbana.** I International Congress on Environmental Planning and Management: Environmental Challenges of Urbanization In: **Anais...** Brasília: 2005.

ANDRADE, Liza Maria Souza de. **Agenda verde X Agenda marrom: inexistência de princípios ecológicos para o desenho de assentamentos urbanos.** Dissertação de Mestrado PPG-FAU/UnB. Brasília, 2005. Disponível em < <http://www.unb.br/fau/pesquisa/sustentabilidade> >

ESTUDO DE CAPACIDADE DE SUPORTE DA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA. ELABORE/IBAMA. Produto 2 e 3. Brasília, 2007.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica**, 29 ejemplos europeos. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2001.

NAVARRO JURADO, Enrique. **Metodología para La Evaluación de La Capacidad de Carga Turística**. Universidade de Málaga. Escola Universitária de Turismo. Departamento de Geografia, sd.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo da APA Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo**. IBAMA/ARCARDIS TETRPLAN, 2003.

RUEDA, Salvador. **Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles**. Barcelona: Departament de Medi Ambient de la Generalitat de la Catalunya/Fundació Forum Ambiental, 1999.

SILVA, Marieta Borges Lins e. **Abastecimento d'água em Fernando De Noronha**. Programa de Resgate Documental sobre Fernando de Noronha. Recife, sd.