



11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

11º Simposio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países da Expressão Portuguesa. VI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa.
27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

ANÁLISE DA CRITICIDADE HÍDRICA EM ZONAS COSTEIRAS: ESTUDO DE CASO NO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO, BRASIL

Bruna VIEIRA¹, Wilson SOUSA JUNIOR²

- (1) Programa de pós-graduação em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil, e-mail: brunacosta88@gmail.
- (2) Depto de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil, e-mail: wilson@ita.br

Resumo: A expansão da ocupação permanente ou temporária de zonas costeiras tem exercido uma grande pressão sobre as fontes de abastecimento de água nestas regiões. Tendo em vista a existência de cenários futuros de restrição de oferta e degradação da qualidade da água, a situação tende a piorar no Litoral Norte de São Paulo, particularmente no município de Caraguatatuba. Este estudo teve como objetivo utilizar técnicas de geoprocessamento para espacializar o consumo de água e criar um mapa de criticidade hídrica para a área urbana, dada a expansão projetada de atividades de infraestrutura e turismo. O estudo avaliou o consumo de água durante períodos de alta e baixa temporadas em relação à população permanente e temporária na região. Dados de consumo de água foram fornecidos pela companhia de abastecimento local. As análises apontaram um aumento de 41% no consumo de água de 2007 para 2012 e o consumo hídrico na alta temporada foi cerca de 40% maior em ambos os anos. Os bairros da porção central e norte do município apresentaram criticidade hídrica maior que os bairros da porção sul. Os resultados apontaram para a necessidade de se incorporar a análise hídrica para o melhor desenvolvimento regional, como elemento essencial ao Zoneamento. O conhecimento da realidade dos recursos hídricos e as projeções de oferta e demanda representam subsídios fundamentais para o planejamento municipal e o uso sustentável deste recurso natural.

Palavras-chave: consumo hídrico; expansão urbana; criticidade hídrica; zona costeira; Caraguatatuba.

1. INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são áreas atrativas para o desenvolvimento econômico e instalação de residências devido aos seus inúmeros recursos naturais produtivos. Regiões litorâneas abrigam metade da população mundial portanto tendem a estar constantemente sob pressão em função do crescimento populacional, poluição, degradação de habitat, conflitos de uso do solo e super exploração dos recursos naturais (CHUA, 1993).

Desde os anos 1960, muitos países em desenvolvimento têm focado no turismo para geração de novas fontes de renda e diversificação da economia, de forma que as zonas costeiras aparecem como centro de desenvolvimento da infraestrutura turística (GÖSSLING, 2001). Nessas regiões, a presença de um grande número de turistas têm tido consequências negativas para o uso sustentável dos recursos hídricos disponíveis e tem afetado a integridade dos ecossistemas. Apesar de sua limitada



disponibilidade, as águas doces superficiais e subterrâneas têm sido recursos intensivamente explorados pela indústria turística em zonas costeiras, destacando o potencial risco de super exploração.

Uma região do Brasil que merece total atenção quanto à oferta e qualidade hídrica é o Litoral Norte de São Paulo, que abrange os municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, Ilhabela e São Sebastião, localizados entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico. Os municípios possuem algumas características peculiares como a predominância do bioma Mata Atlântica, que se compõe na região pela floresta ombrófila densa, restingas, manguezais, floresta de planície e ilhas oceânicas (SÃO PAULO, 2005). A economia dos municípios é baseada no turismo sazonal e os municípios apresentam um alto índice de população flutuante, sendo que um dos fatores da degradação ambiental é a grande especulação imobiliária e o crescimento acelerado e desordenado causados pela procura turística (PEREIRA *et al.*; 2009).

Análises feitas já revelaram que rios localizados em suas regiões apresentam níveis críticos de quantidade e qualidade da água em função, principalmente, da alta demanda de água existente e a grande quantidade de carga orgânica lançada aos rios (ANA, 2011). Com o maior crescimento populacional do estado, impulsionado pela perspectiva de geração de empregos, os municípios recebem milhares de turistas ao longo do ano e sofrem severos impactos em sua infraestrutura de abastecimento hídrico. Caraguatatuba é o maior e mais populoso município da região, com a menor porção remanescente de Mata Atlântica e o maior grau de impacto antropogênico do Litoral Norte de São Paulo (PEREIRA *et al.*, 2009). Mais recentemente, o município foi incorporado ao escopo geopolítico da exploração de petróleo e gás, fato que aumentou as pressões de expansão urbana e infraestrutura. Tais características contribuíram para a definição do município como área de estudo para avaliação do consumo de recursos hídricos ao longo de diferentes períodos do ano.

Apesar de uma grande área do Litoral Norte estar protegida por Unidades de Conservação, a atenção relacionada à influência antrópica na região está voltada para uma série de intervenções e de novos empreendimentos já previstos, como a ampliação do Porto de São Sebastião, instalação do gasoduto e exploração de petróleo do pré-sal na Bacia de Santos. Apesar de trazerem grandes contribuições para o desenvolvimento econômico da região, tais atividades geram impactos sócio ambientais negativos e podem levar os sistemas de abastecimento de água doce ao colapso.

Tendo em vista a existência de cenários futuros de restrição de oferta e degradação da qualidade da água, a situação tende a piorar no Litoral Norte de São Paulo, particularmente no município de Caraguatatuba. Os avanços na gestão da água no país exigem o conhecimento da realidade dos recursos hídricos como subsídio para definição das ações e intervenções necessárias para mitigar os impactos existentes e, em última análise, promover a sustentabilidade no uso deste recurso natural. Dessa forma, este estudo teve como objetivo analisar o consumo de água por bairros no município de Caraguatatuba nos anos de 2007 e 2012 em períodos de baixa e alta temporada de turismo, além de criar um mapa de criticidade hídrica para a região urbana do município, dada a expansão projetada de atividades turísticas.

2. LITERATURA

As zonas costeiras sempre foram áreas muito atrativas para o ser humano em função de suas belezas e riqueza de recursos naturais. Do ponto de vista global, áreas costeiras constituem uma pequena fração dos estoques territoriais disponíveis, o que qualifica a localização costeira como privilegiada e rara. Além disso, as atividades humanas vêm impactando os ecossistemas costeiros há séculos, de modo que a enorme pressão sobre estas áreas tem custado a perda de sua capacidade de resiliência e o aumento de sua vulnerabilidade. De acordo com Chua (1993), estima-se que 50% da



população mundial habitam a zona costeira, o que representa aproximadamente 10% da superfície da Terra.

A crescente pressão sobre a zona costeira a nível mundial tem sido amplamente relatada na literatura científica. Como foi relatado por Tagliani *et al* (2003), a convergência de interesses múltiplos tais como a agricultura, pesca, turismo, portos e das atividades industriais torna essas áreas as mais povoadas do mundo, exigindo esforços de recuperação e conservação da produtividade e da qualidade dos recursos costeiros, além da saúde humana das comunidades costeiras.

Desde os anos 1960, uma grande variedade de países em desenvolvimento tem focado no turismo para geração de novos empregos e renda, aumento de receitas em divisas, e diversificação da economia (VORLAUFER, 1996). Ilhas e zonas costeiras nos trópicos têm estado na vanguarda do desenvolvimento da infraestrutura turística (MILLER e AU YONG, 1991; RODRIGUEZ, 1981). Áreas costeiras tendem a estar sobre pressão devido ao crescimento populacional, a poluição, a degradação de habitat, os conflitos de uso múltiplo de recursos e super exploração dos recursos (SHI *et al.*, 2001).

No que tange aos vetores de ocupação, o litoral pode ser definido como uma zona de múltiplos usos, com variadas formas de ocupação do solo: industrialização e urbanização, crescimento urbano, favelização e casas de veraneio circunscrevem o processo de ocupação da zona costeira do Brasil (DE BORELLI, 2011). O litoral norte do estado de São Paulo possui algumas particularidades, uma vez que a economia voltada para o interior do estado deixou até o final do século XIX a costa fora dos processos de urbanização e modernização, em relativo isolamento - o que muito contribuiu para a sua preservação.

Os surtos industriais no pós-segunda guerra mundial, juntamente com o processo de substituição de importações e, nos anos 70 e 80, o ingresso de capital estrangeiro no Brasil para financiar pólos de desenvolvimento deu um impulso no setor industrial da Paraíba vale. Este arranque estimulou o crescimento industrial regional, e, conseqüentemente, o aumento da população das cidades do litoral norte de São Paulo, intensificando o processo de urbanização e ocupação de grandes áreas de Mata Atlântica (PEREIRA, 1967). A abertura do porto de São Sebastião para o tráfego marítimo e da construção no final dos anos 60 do Terminal Marítimo Almirante Barroso - TEBAR - também foram fatores importantes para o aumento da população na região.

Dessa forma, o “redescobrimto” do Litoral Norte de São Paulo ocorre no período de 1950 a 1970, por força da atividade turística, embora restrita a pequena parcela da população, dada a ausência de infra-estrutura, dificuldade de acesso e urbanização precária. A região passa, então, a responder à necessidade de crescimento das atividades econômicas ligadas ao setor terciário, e à demanda de lazer por parte das populações urbanas do eixo Rio - São Paulo, pondo fim à situação anterior de isolamento. (LUCHIARI, 2002).

Embora o turismo possa trazer grandes oportunidades para uma cidade, essa atividade é geralmente acompanhada por uma série de impactos negativos. Apesar de sua disponibilidade muitas vezes limitada, os recursos de água doce são um dos recursos mais intensamente explorados pela indústria do turismo nas zonas costeiras, enfatizando o risco implícito de super exploração. Indo de encontro ao pano de fundo de uma fonte finita de água, o total de água retirada para uso humano (inclusive agrícola, industrial e residencial) quase triplicou nos últimos 50 anos, de 1382 km³/ano em 1950 para 3973 km³/ano e projeções antecipam que o consumo humano de água em todo o mundo irá aumentar ainda mais para 5235 km³/ano em 2025 (CLARKE E KING, 2004).

Apesar da grande preocupação mundial sobre a demanda e oferta de recursos de água doce, existem poucos estudos na literatura avaliando a quantidade de água doce utilizada no turismo (Gossling, 2001). O consumo médio de água por turistas estrangeiros na região do Mediterrâneo, por exemplo, foi assumido como sendo de 250 l por turista (t⁻¹) por dia (d⁻¹) em 1984, com o uso da água em hotéis de luxo chegando a 600 l t⁻¹d⁻¹ (GRENON E BATTISSE, 1991; GFANC, 1997). Um estudo realizado por Scherb (1975) revelou o consumo de água para campismo na mesma região da ordem de 145 l t⁻¹d⁻¹ (GFANC,



1997). Em relação aos impactos do turismo nas zonas costeiras, Gössling (2001) estudou as causas e consequências da captação de água por parte da indústria turística em Zanzibar, na Tanzânia. Os resultados mostraram que os níveis atuais de retirada não são sustentáveis e partes das populações locais já estão experimentando déficits hídricos em uma escala diária. Burak *et al* (2004) avaliaram os impactos da urbanização e do turismo no Mar Egeu e Mediterrâneo, áreas costeiras da Turquia. Tendo em mente que as futuras pressões sobre os recursos de água doce dependerão muito de como esses recursos são geridos, é de fundamental importância para compreender os padrões atuais de captação e uso de águas subterrâneas.

Os recursos hídricos são limitados e têm um papel significativo no desenvolvimento econômico e social de uma região. O crescimento populacional e econômico no século XX levou a exploração predatória dos recursos naturais, em geral, e dos recursos hídricos em particular (TUCCI *et al.*, 2001). Municípios como Macaé, no Rio de Janeiro, já sofreram com a enorme pressão gerada pela exploração de petróleo na costa. A exploração de petróleo na Bacia de Campos produziu uma nova dinâmica econômica, social e ambiental no município, com demandas crescentes por moradia, sobrecarga nos serviços de utilidade pública e alterações dos padrões de produção e consumo da população. Assim como Macaé, o Litoral Norte de São Paulo pode sofrer com uma nova conformação econômica, o que requer uma intensa análise para mitigação destes impactos que afetam ecossistemas frágeis e importantes para a manutenção da biodiversidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Caraguatatuba é a porta de entrada para o Litoral Norte Paulista, estando a apenas 182 Km da capital. Com uma população de 100.840 habitantes, é o maior município do Litoral Norte ocupando aproximadamente 485,4 km² (IBGE, 2012). Vale ressaltar que, das quatro cidades que compõe o Litoral Norte, Caraguatatuba é a que possui menor porcentagem de remanescentes com 73%, enquanto Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba possuem média de 84% (SOS Mata Atlântica e INPE, 2009). De acordo com o estudo de Pereira *et al* (2009), que avalia o grau de impacto antropogênico (IGIA) no Litoral Norte utilizando técnicas de geoprocessamento e considerando as dimensões política, espacial, cultural, ecológica, econômica e social, o município de Caraguatatuba é apontada como uma região que possui alto grau de efeito antropogênico, classificada com 0,63 (dentro de uma dimensão que vai de 0 a 1, onde quanto mais próximo de 0 menor o impacto sofrido), sendo que Ubatuba, São Sebastião e Ilhabela estão classificadas com 0,4; 0,4 e 0,35, respectivamente. A localização do município pode ser observada na Figura 1.



Figura 1 – Localização do município de Caraguatatuba (fonte: pt.wikipedia.org)

3.2. Banco de dados

O banco de dados utilizado neste trabalho foi constituído por informações não espaciais (alfanuméricas) de consumo hídrico por bairros e informações espaciais representadas por arquivos digitais. Os dados relativos ao consumo hídrico por bairro do município de Caraguatatuba nos anos de 2007 e 2012 foram fornecidos pela companhia de abastecimento hídrico local (Sabesp). O arquivo contendo a divisão do município por bairros foi obtido junto à Secretaria de Planejamento do município e os dados de disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas foi fornecido pelo Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte de São Paulo (CBHLN). A base cartográfica utilizada neste trabalho é do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), os dados espaciais utilizados neste trabalho estavam na projeção UTM (Universal Transversal Mercator) Fuso 23S e *datum* SAD 69.

3.3. Métodos



O estudo foi desenvolvido com o auxílio do software ArcGIS 10. A parte inicial do estudo consistiu na espacialização dos dados de consumo hídrico da população urbana do município em 2007 e 2012 e elaboração de mapas temáticos. Inicialmente, os dados de consumo de água por bairro foram organizados em planilhas Excel, uma para cada um dos anos. Tendo em vista que as populações residente e flutuante influenciam diretamente no consumo de água do município e que nos picos de intenso turismo a população flutuante em Caraguatatuba aumenta exponencialmente, foi feita uma análise sazonal de consumo hídrico. Considerando o período do verão no hemisfério sul no dia 21 de dezembro a 21 de março e o período de inverno do dia 21 de junho a 23 de setembro, a análise foi dividida em dois períodos: alta e baixa temporada de turismo. O período adotado como alta temporada foi o verão (Dezembro/Janeiro/Fevereiro e Março) e o período de baixa temporada foi o inverno (Junho/Julho/Agosto e Setembro), ambos relativos aos anos de 2007 e 2012. Com isso, obtivemos 4 cenários de consumo: alta e baixa temporada de 2007, e alta e baixa temporada de 2012.

Após a classificação dos bairros quanto ao consumo de água nos períodos de alta e baixa temporadas de turismo, foi feita uma avaliação da criticidade hídrica desses bairros considerando a disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas onde são feitas as captações para o abastecimento de água. Para essa avaliação, criou-se um índice adimensional de criticidade hídrica por bairro que foi calculado através da razão entre o consumo de água de cada bairro em 2012, em m³/s, e a disponibilidade hídrica de sua bacia hidrográfica de abastecimento, também em m³/s.

Não foram encontradas informações relativas ao consumo hídrico de alguns bairros do município, o que os enquadrrou como “não classificados” nos mapas. Os mananciais de abastecimento de água de cada uma das regiões do município estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Sistemas de abastecimento de água, mananciais de abastecimento e Estações de Tratamento de Água (ETA) dos bairros de Caraguatatuba.

Sistema de Abastecimento de água	Mananciais	ETA	Bairros beneficiados
Sistema Rio Claro	Rio Claro (Alto e Baixo)	ETA Porto Novo	Costa Sul e Parte Central de Caraguatatuba
Sistema Guaxinduba	Rio Guaxinduba	ETA Guaxinduba	Parte da Zona Central de Caraguatatuba
Sistema Tourinhos Tourinho/Mococa	Rio Tourinhos, Rio Mococa	ETA Massaguaçu	Norte de Caraguatatuba
Sistema Tabatinga	Rio Mococa	ETA Tabatinga	Norte de Caraguatatuba

4. RESULTADOS

De acordo com os dados de consumo hídrico fornecidos pela companhia de abastecimento regional, o consumo urbano de água doce em Caraguatatuba foi de 5.299.802 m³ no ano de 2007 e 7.499.808 m³ no ano de 2012, o que representa um aumento de aproximadamente 41% no consumo hídrico de um ano para outro. Em relação ao turismo, o consumo hídrico na alta temporada foi cerca de 40% maior que o consumo na baixa temporada em ambos os anos analisados. No ano de 2007, o consumo de água na baixa temporada foi de 364.936 m³ e na alta temporada foi de 508.037 m³. Já no ano de 2012, o consumo de água doce foi de 531.334 m³ e 746.809 m³ na baixa e alta temporada, respectivamente.



Comparando o consumo de água na baixa temporada de turismo de 2007 e 2012 foi possível observar um aumento no consumo de mais de 45% nesse período; o mesmo pode ser observado em relação à alta temporada, onde o consumo hídrico em 2012 foi 47% maior que em 2007. O consumo de água por bairro nos períodos de baixa e alta temporada do turismo em 2007 e 2012 pode ser observado nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

Após analisar os dados de consumo de água por bairro em 2007, observa-se que vários bairros apresentam um consumo hídrico bem maior na alta temporada de turismo. Esse é o caso dos bairros Canta Galo/Terralão e Massaguaçu, cujo consumo de água na alta temporada superou o consumo na baixa temporada em 66%. O bairro Martim de Sá/Prainha apresentou um aumento de quase 81% no consumo de água na alta temporada em comparação com a baixa temporada de 2007, passando de 27.352 m³ de água consumidos no inverno para 49.484 m³ de água consumidos no verão. O bairro que consumiu mais água durante a baixa e a alta temporada de 2007 foi o Centro, com o consumo hídrico de 47.590 m³ e 59.890 m³, respectivamente. O bairro que apresentou o menor aumento no consumo de água entre os períodos de baixa e alta temporada foi Casa Branca/Claria.

Em 2012, Martim de Sá/Prainha também foi o bairro que apresentou o maior aumento no consumo hídrico entre a baixa e alta temporada, alcançando 86% de aumento. Os bairros Tabatinga e Porto Novo vêm em seguida com 78% e 70%, respectivamente. O bairro que consumiu mais água durante a baixa e a alta temporada de 2012 continuou sendo o Centro, com o consumo hídrico de 52.209 m³ e 70.069 m³, respectivamente. O bairro que apresentou o menor aumento no consumo de água entre os períodos de baixa e alta temporada foi Perequê Mirim.

Mapa de consumo hídrico por bairro em Caraguatatuba - SP / Baixa temporada 2007

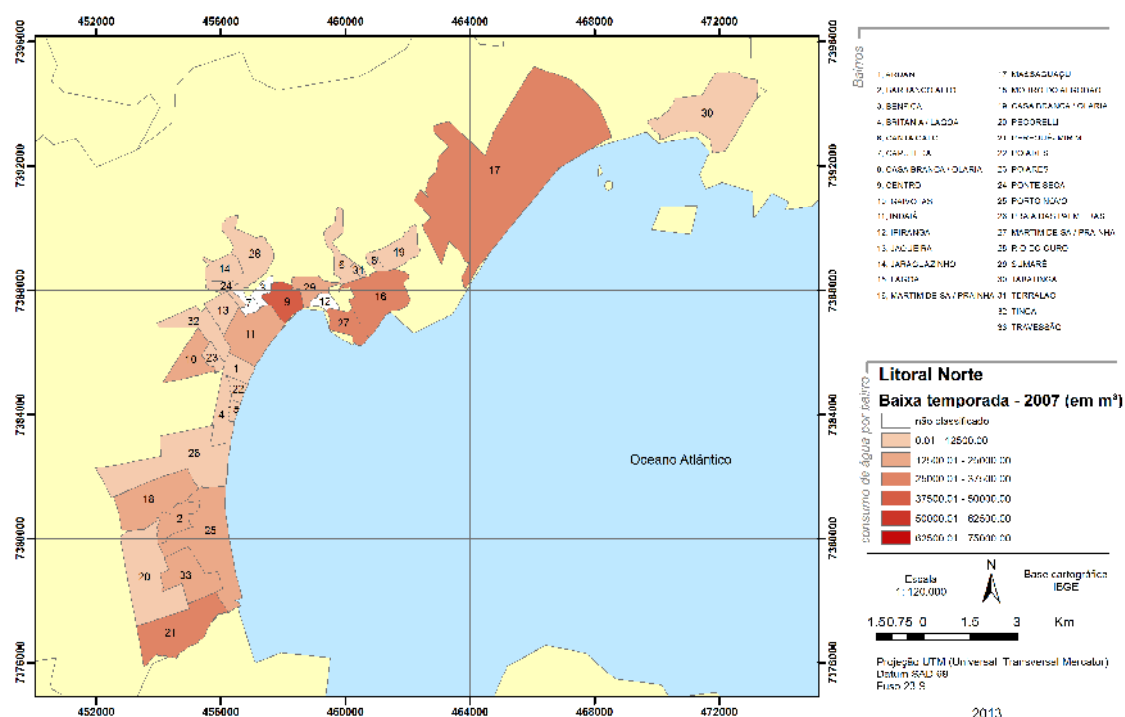


Figura 2 – Mapa de consumo hídrico médio por bairro na baixa temporada de 2007.



Mapa de consumo hídrico por bairro em Caraguatatuba - SP / Alta temporada 2007

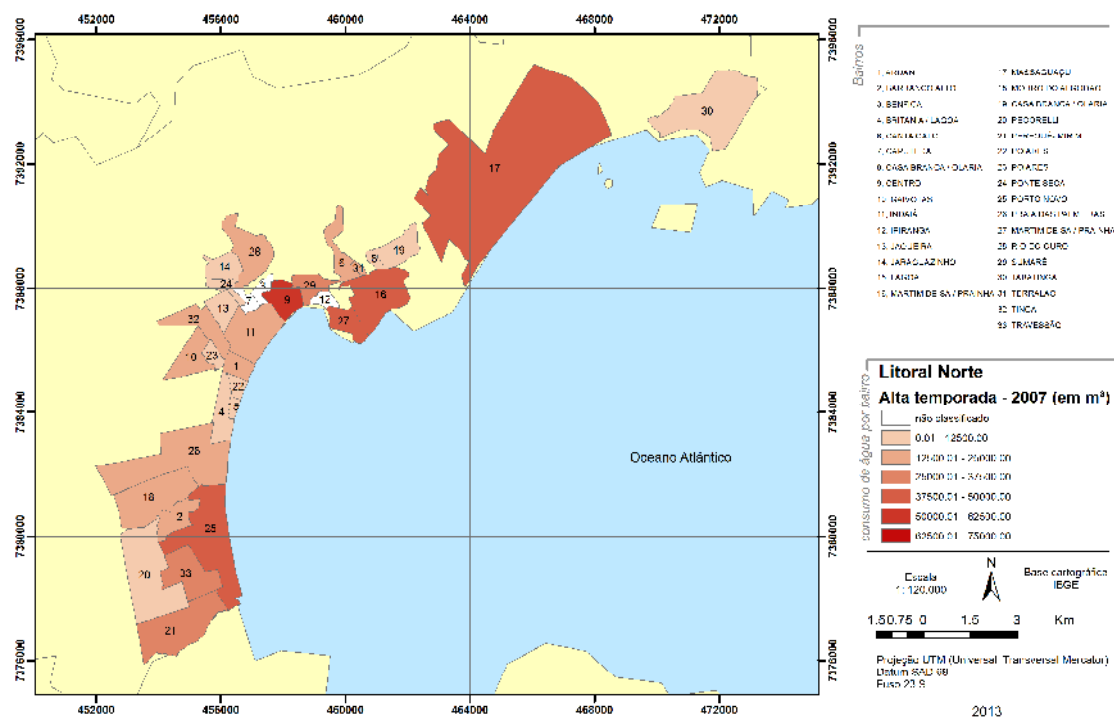


Figura 3 – Mapa de consumo hídrico médio por bairro na alta temporada de 2007.



Mapa de consumo hídrico por bairro em Caraguatatuba - SP / Baixa temporada 2012

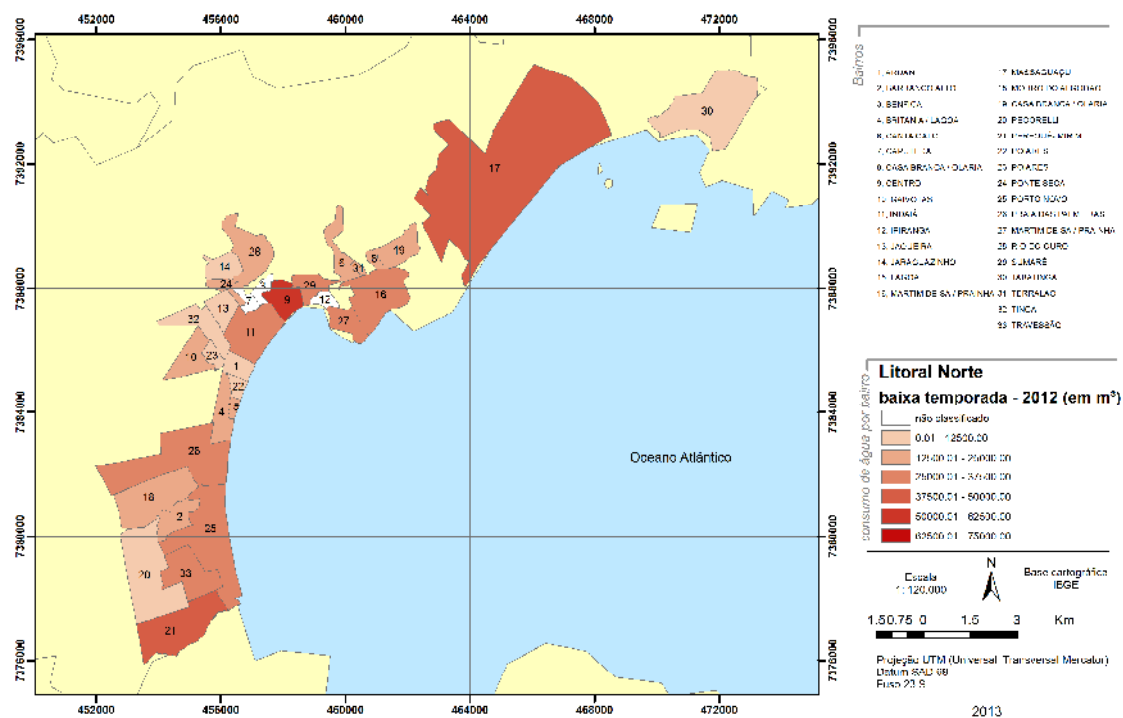


Figura 4 – Mapa de consumo hídrico médio por bairro na baixa temporada de 2012.

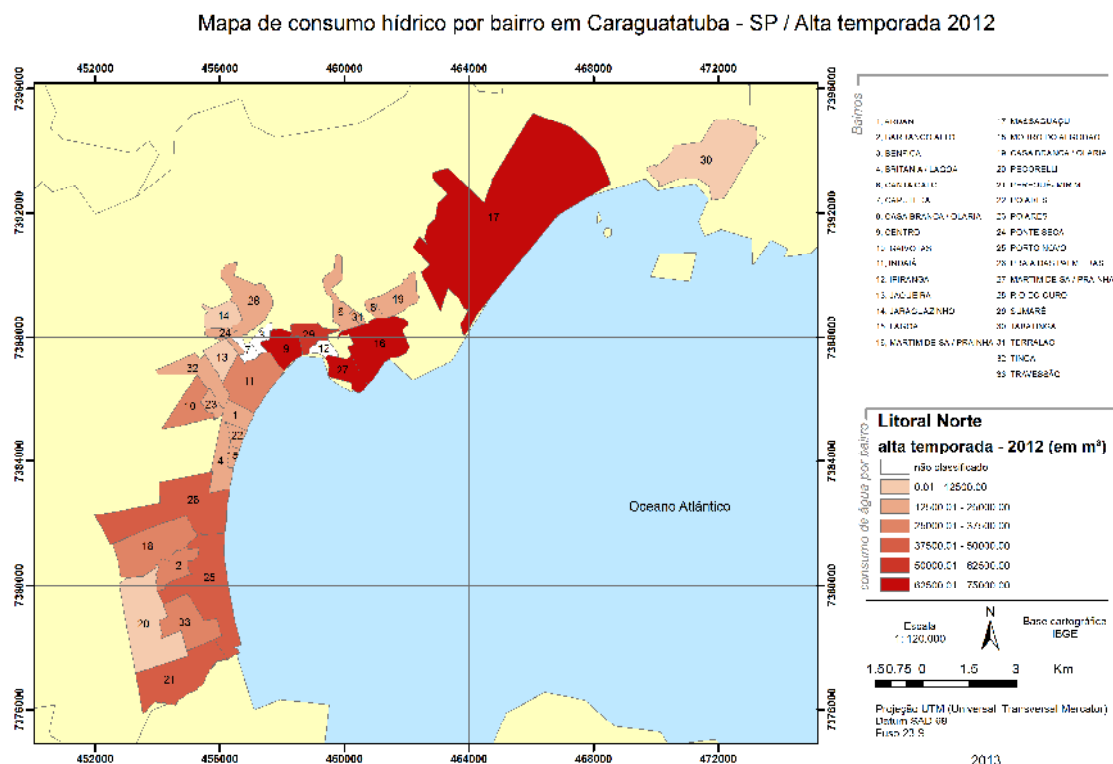


Figura 5 – Mapa de consumo hídrico médio por bairro na alta temporada de 2012.

Como pode ser inferido a partir da análise dos mapas de consumo hídrico dos anos de 2007 e 2012, o consumo de água por bairro aumentou com o passar do tempo em praticamente todos os bairros, com exceção dos bairros Aruan e Tinga. Esse aumento de consumo de água por bairro pode ser visualizado na Figura 6.

O bairro que apresentou o maior consumo de água em ambos os anos foi o Centro, seguido por Martim de Sá/Prainha e Massaguaçu. Os bairros que consomem os maiores volumes de água doce no município apresentaram um aumento no consumo de 9,5% (Centro), 30,7% (Martim de Sá/Prainha) e 39,4% (Massaguaçu) de um ano para o outro. As maiores variações no consumo entre 2007 e 2012 foram observadas nos bairros Pegorelli e Praia das Palmeiras, com aumento de 181,3% e 157,2%, respectivamente.

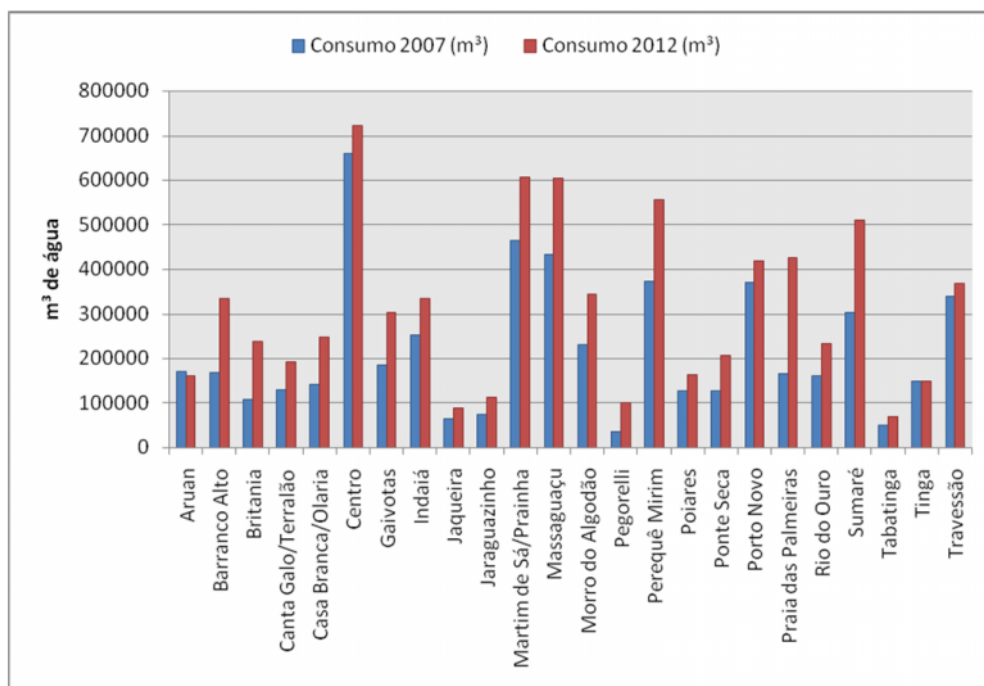


Figura 6 – Consumo de água por bairro, em m³, nos anos de 2007 e 2012.

O mapa de criticidade hídrica por bairro em 2012 criado a partir de um índice de demanda versus disponibilidade pode ser observado na Figura 7. Segundo esse mapa, os bairros Martim de Sá e Prainha apresentaram uma alta criticidade hídrica por apresentarem um índice maior que 0,04 quando se avalia a alta demanda por água e a disponibilidade hídrica anual da sua bacia hidrográfica de abastecimento, sendo a bacia do Rio Guaxinduba neste caso. Os bairros Sumaré e Massaguaçu também apresentaram uma alta criticidade hídrica em relação ao volume de água demandada e o volume de água disponível. Esse mapa auxiliou na identificação da região que reúne bairros com alto consumo de água doce e bacias hidrográficas com menor disponibilidade hídrica. Os bairros das porções central e norte de Caraguatatuba apresentaram maior criticidade hídrica quando comparadas aos bairros da porção sul do município.

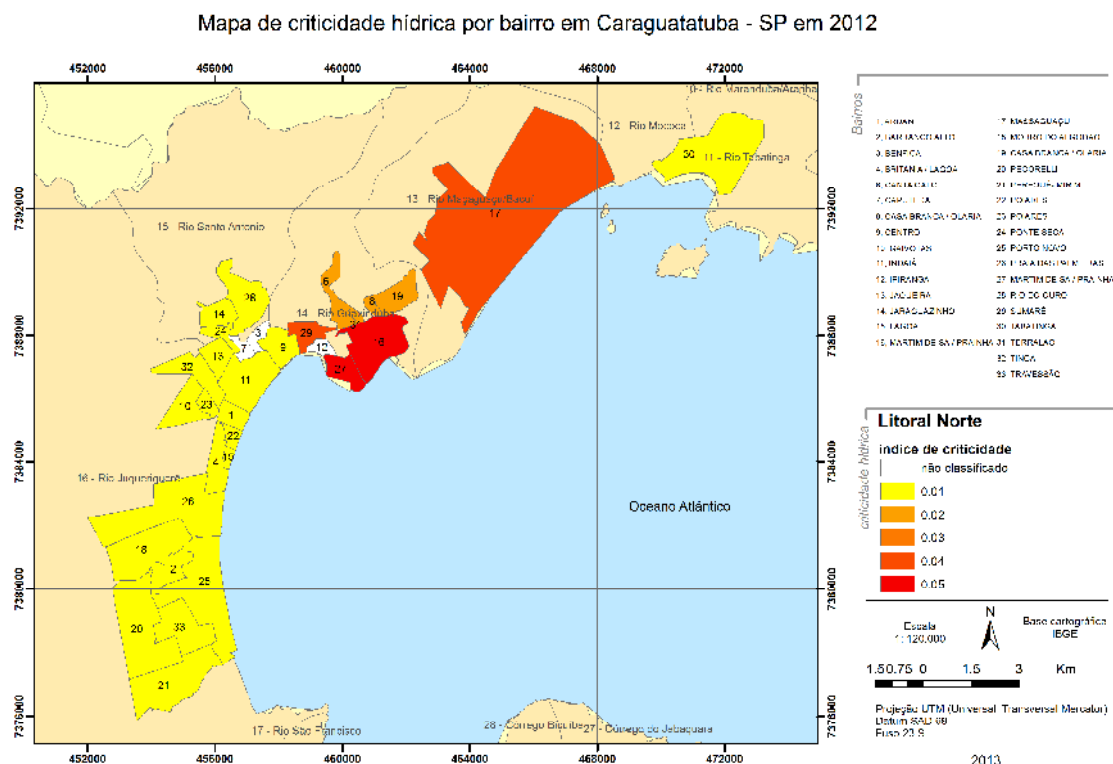


Figura 7 – Mapa de criticidade hídrica por bairro na região urbana de Caraguatatuba para o ano de 2012.

5. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES

De acordo com os resultados apresentados fica evidente o considerável aumento no volume de água doce consumida na região urbana do município entre os anos de 2007 e 2012. Entretanto, também é fundamental avaliar o padrão de consumo hídrico da população da cidade em cada um dos anos, de maneira a estimar se o consumo de água por residência está aumentando a cada ano. Considerando o número de economias – conceito utilizado pela companhia de abastecimento hídrico para fins de cobrança de tarifas de água e esgoto e que designa “unidade autônomas”, residências - existentes em 2007 e 2012 é possível estimar o consumo de água, em m³/economia, em cada um dos anos analisados. Segundo dados da companhia de abastecimento, o número total de economias em 2007 era 51.829 e passou para 58.868 em 2012. Dessa forma, o consumo de água por economia passou de aproximadamente 102 m³ em 2007 para 127 m³ em 2012, representando um aumento de 25% no consumo de água por residência. Segundo dados do IBGE (2012), a população de Caraguatatuba passou de 88.815 habitantes em 2007 para 100.840 habitantes em 2012. Esses dados reforçam a idéia de que o aumento no consumo de água doce está diretamente ligado ao aumento populacional e, em última análise, ligado ao aumento no consumo de água por residência.

O consumo total de água por bairro na baixa temporada de 2012 já superou em aproximadamente 4,6% o consumo de água na alta temporada de 2007, o que aponta para o preocupante aumento gradativo no consumo de recursos hídricos ao longo do tempo.

É importante ressaltar que não existem informações sistematizadas nos municípios do Litoral Norte de São Paulo sobre a população flutuante e a coleta desses dados vem sendo realizada em função



11º Simposio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa / XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

da alta demanda dessa população por serviços públicos e privados nos períodos de alta temporada. Segundo informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de Caraguatatuba e citadas no Plano de Bacias 2009, a população residente e flutuante da cidade pode ultrapassar 1.000.000 de habitantes nos meses de verão.

É importante comentar a respeito da grande dificuldade encontrada no momento da análise e compatibilização dos dados fornecidos pela companhia de abastecimento de água e pela prefeitura do município. As planilhas de abastecimento da Sabesp e o mapa de bairros fornecido pela prefeitura de Caraguatatuba não se encontravam na mesma base, o que gerou freqüentes erros de interpretação. É importante que as informações espaciais e alfanuméricas estejam na mesma base para facilitar a compreensão do estudo e evitar eventuais confusões.

Além disso, uma ressalva deve ser feita no que se refere aos dados de disponibilidade hídrica fornecidas pelo Comitê de Bacias Hidrográficas da região. Em função da disponibilidade de dados, o índice de criticidade hídrica foi calculado com base em dados anuais de consumo e disponibilidade hídrica, o que não incorpora o aspecto variável da demanda e disponibilidade de água ao longo do ano. Recomenda-se a criação de índices de criticidade hídrica por bairro utilizando valores diários ou mensais de disponibilidade hídrica ao invés de um valor “geral” de disponibilidade, de forma a representar a realidade nos períodos de estiagem e abundância de chuvas.

A identificação das regiões e bairros mais críticos em relação à demanda e disponibilidade de água pode auxiliar no entendimento da dinâmica econômica, social e ambiental dessa cidade costeira e auxiliar no melhor planejamento da infraestrutura de abastecimento de água. Esse estudo de caso alerta para os impactos que o turismo pode trazer para o município em relação à super exploração de recursos hídricos e aponta as regiões prioritárias para o estudo de gestão da água.

Os resultados apontaram para a necessidade de se incorporar a análise hídrica para o melhor desenvolvimento do Zoneamento Regional e para evitar eventuais crises de abastecimento de água. Já sabemos que os avanços na gestão da água no país exigem o conhecimento da realidade dos recursos hídricos como subsídio para definição das ações e das intervenções necessárias. Por isso, é essencial acompanhar e avaliar a situação dos recursos hídricos em escala nacional, tanto sobre a quantidade e a qualidade da água, quanto também sobre a evolução da sua gestão.

6. CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas neste estudo foi possível constatar um aumento de 41% no consumo de água por bairro de 2007 para 2012. O consumo hídrico na alta temporada superou o consumo na baixa temporada em ambos os anos em cerca de 40% e o consumo médio de água por economia passou de 102 m³/economia em 2007 para 127 m³/economia em 2012, o que mostra que não apenas o consumo geral de água da parte urbana do município aumentou como também o consumo de água por residência.

O consumo total de água por bairro na baixa temporada de 2012 já superou em aproximadamente 4,6% o consumo de água na alta temporada de 2007.

Os bairros da porção central e norte de Caraguatatuba apresentaram maior criticidade hídrica quando comparadas aos bairros da porção sul do município, com destaque para os bairros Martim de Sá/Prainha.



7. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao engenheiro Carlos Eduardo Nakao Inouye pelo apoio na elaboração dos mapas deste estudo; Agradecimentos também à Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo – SABESP pelo fornecimento dos dados de consumo hídrico, ao Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte de São Paulo – CBHLN - pelo fornecimento dos dados de disponibilidade hídrica e à Secretaria de Planejamento de Caraguatatuba pelo fornecimento das informações espaciais do município.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe* 2011. Brasília: ANA, 2011. 112p: II.

BORELLI, E. *Gerenciamento costeiro e sustentabilidade no Litoral Norte Paulista*. FEA-PUC/SP, 2011.

BURAK, S., DOGAN, E., GAZIOGLU, C., 2004. Impact of urbanization and tourism on coastal environment. *Ocean & Coastal Management* 47 (9 e10), p. 515-527, 2004.

CHUA, T-E. Essential elements of integrated coastal zone management. *Ocean & Coastal Management*, (21) p. 81–108, 1993.

CLARKE, R.; KING, J. *The water atlas - A unique visual analysis of the world's most critical resource*. Springer, 2004.

German Federal Agency for Nature Conservation (GFANC) (ed.). *Biodiversity and Tourism: Conflicts on the World's Seacoasts and Strategies for Their Solution*. Berlin: Springer-Verlag, 1997.

GÖSSLING, S. The consequences of tourism for sustainable water use on a tropical island: Zanzibar, Tanzania. *Journal of Environmental Management* 61, 179–191, 2001.

GRENON, M.; BATTISSE, M. *Futures for the Mediterranean Basin: The Blue Plan*. NewYork: Oxford University Press, 1991.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2012. *Anuário Estatístico do Brasil de 2010*. IBGE: Rio de Janeiro.

LUCHIARI, M. T. D. Turismo e cultura caiçara no Litoral Norte paulista, in: Rodrigues, A. B. (org.). *Turismo e desenvolvimento local*. São Paulo : Hucitec, 2002.

MILLER, M. L.; AUYONG, J. Coastal zone tourism. A potent force affecting environment and society. *Marine Policy* 3, p. 75–99. 1991.

PEREIRA, F. R. S., KAMPBEL, M., SOUTO, R. D., POLETTE, M. Avaliação do Impacto Antropogênico no litoral norte de São Paulo utilizando técnicas de geoprocessamento. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 14., 2009, Natal. Anais. Natal: INPE, p. 4223-4230, 2009.

PEREIRA, J. C. *Estrutura e expansão da indústria em São Paulo*. São Paulo : Edusp, 1967.

RODRIGUEZ, A. Marine and coastal environmental stress in the wider Caribbean region. *Ambio* 10, p. 283–294, 1981.

São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. *Litoral Norte*. São Paulo : SIMA/CPLA, 2005.



11º SILUSBA
Zonas Costeiras 2013

11º Simposio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Expressão Portuguesa. VI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa.
27 a 30 de Maio de 2013 - Maputo, Moçambique

SCHERB, K. Die Abwasserbeseitigung auf Campingplätzen. In *Wasser für die Erholungslandschaft*. Münchner Beiträge zur Abwasser- Fischerei and Flußbiologie. vol. 26, München: Bayerische Versuchsanstalt München, 1975.

SHI, C.; HUTCHINSON, S. M.; YU, L.; XU, S. Towards a sustainable coast: an integrated coastal zone management framework for Shanghai, People's Republic of China. *Ocean & Coastal Management* 44, p. 411–427, 2001.

SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica*: Período 2005-2008. Relatório Parcial. São Paulo, 2009. 156 p.

TAGLIANI, P. R. A.; LANDAZURI, H.; REIS, E. G.; TAGLIANI, C. R.; ASMUS, M. L.; SÁNCHEZ-ARCILLA, A. Integrated coastal zone management in the Patos Lagoon estuary: perspectives in context of developing country. *Ocean & Coastal Management* 46, p. 807–822, 2003.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. *Gestão da água no Brasil*. Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

VORLAUFER, K.: Tourismus in Kenya, Klischees und Realität. Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Interdisziplinärer Arbeitskreis Dritte Welt 10, p. 115–154, 1996.