

A PEGADA HÍDRICA E O CONSUMO DE ÁGUA NÃO TARIFADO DO AGLOMERADO SUBNORMAL DA ROCINHA

Fernanda Christine Beux¹; Alfredo Akira Ohnuma Júnior²*

Resumo – Diversos pontos do planeta sofrem com situações de estresse hídrico. Com o acelerado crescimento da população mundial, os problemas relacionados ao uso da água tendem a aumentar. Neste momento, torna-se imprescindível o desenvolvimento de ações a fim de reduzir os riscos de escassez de água, promovendo seu uso eficiente. Neste contexto, a Pegada Hídrica (PH), uma ferramenta de gestão de recursos hídricos que indica o consumo de água doce com base em seus usos, se demonstra um importante indicador de sustentabilidade. Os objetivos deste artigo são: estimar - com base numa relação do consumo doméstico de água em função da renda dos seus consumidores - qual seria a PH relacionada ao consumo doméstico de água dos moradores do aglomerado subnormal da Rocinha, caso tivessem o consumo de água medido e tarifado, e compará-lo com o consumo máximo permitido para que cada domicílio se enquadre na cobrança da ‘tarifa social’ de água (200 litros/hab.dia). Concluiu-se que a favela consumiria, aproximadamente, 29% a menos de água do que o determinado como máximo para que seus moradores sejam contemplados com a cobrança da ‘tarifa social’.

Palavras-Chave – Pegada Hídrica, consumo doméstico de água, aglomerado subnormal.

THE WATER FOOTPRINT AND THE NO TARIFFED WATER CONSUMPTION'S ROCINHA SUBNORMAL AGGLOMERATED

Abstract – Several parts of the world already suffer from water stress situations. With the rapid growth in world population, the problems related to water use tend to increase. At this time, it is essential to develop actions to reduce the risks of water shortages by promoting efficient use. In this context, the Water Footprint (WF), a tool for water resource management that indicates the consumption of fresh water based on their uses, demonstrates an important indicator of sustainability. The objectives of this article are: to estimate - based on a relationship of domestic water consumption depending on the income of their consumers - what the WF related to domestic water consumption of the residents of Rocinha subnormal agglomerate if they had water consumption measured and billed, and compare it with the maximum consumption allowed for each household meets the charge of 'social tariff' of water (200 liters/hab.day). It was concluded that the slum would consume approximately 29% less water than determined as maximum so that its residents are included with the collection of 'social tariff'.

Keywords – Water Footprint, domestic water consumption, crowded subnormal.

INTRODUÇÃO

Muito poucas atividades ocorrem no mundo que não dependem da água, de uma forma ou de outra. Seja para o simples consumo humano, para a higiene, agricultura, produção de energia, fabricação de bens ou manutenção dos ecossistemas a fim de manter o planeta em equilíbrio - os seres humanos estão intrinsecamente ligados à água (SABMiller e WWF, 2009).

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Depto de Eng. Sanitária e Meio Ambiente. fernandabeux@gmail.com

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Depto de Eng. Sanitária e Meio Ambiente. akira@uerj.br

A população mundial ultrapassou os 6,9 bilhões de habitantes em julho de 2011 segundo o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (DAES, 2010), e sua previsão é de que em 2050 este número alcance os 9,3 bilhões de pessoas. Como resultado disso, teremos um avanço "sem precedentes" na demanda por alimentos, e não haverá lugar no mundo onde possa ser garantido aos consumidores de água que eles terão acesso ininterrupto ao abastecimento de que necessitam ou desejam, ou ainda para os setores-chave do desenvolvimento onde a água trás benefícios, tais como energia, agricultura e saúde (WWDR4, 2009).

Até mesmo o Brasil, um país rico em termos de disponibilidade hídrica, apresenta uma grande variação espacial e temporal das vazões. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2007), as bacias localizadas em regiões de baixa disponibilidade hídrica (por exemplo, semi-árido) e grande consumo (próximas aos grandes centros urbanos) passam por situações de escassez e de estresse hídrico, o que torna imprescindível que intensas atividades de planejamento e gestão dos recursos hídricos sejam desenvolvidas.

Neste contexto, a compreensão dos vários aspectos e funções da água é fundamental para governar de forma eficaz. É necessário admitir que a água não é apenas um assunto local, regional ou nacional que pode ser administrado isoladamente, em qualquer um desses níveis. Pelo contrário, interdependências globais se formam através da água, e as decisões relacionadas à utilização da água geralmente não podem ser isoladas de tendências, incertezas, e de regentes mundiais (WWDR4, 2009).

Desta forma, é importante que se desenvolvam conceitos e ferramentas adequadas para se lidar com os recursos hídricos disponíveis de uma forma economicamente eficiente. Em busca de uma forma de representar o impacto do consumo humano sobre os recursos mundiais de água doce, Hoekstra e Hung (2002) introduziram o conceito de Pegada Hídrica, que é um indicador multidimensional de consumo de água que analisa seu uso tanto do ponto de vista do consumidor quanto do produtor.

Sendo a água potável um bem escasso, ela deve ser considerada um bem econômico. Por este motivo, não só a sua quantificação, mas também a cobrança pelo seu uso é de fundamental importância no processo de enfrentamento deste crescente estresse hídrico global.

A Pegada Hídrica

A Pegada Hídrica de um indivíduo, comunidade ou empresa é definida como o volume total de água que é utilizado para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo ou comunidade. Ela pode ser calculada para qualquer grupo de consumidores, como por exemplo, uma família, empresa ou nação (Hoekstra e Chapagain, 2008). É tipicamente expressa em termos do volume do consumo de água por ano - m^3 de água/(pessoa.ano), por exemplo - e pode ser calculada multiplicando-se todos os bens e serviços consumidos pelo seu teor de água virtual³ respectivo (Hoekstra e Chapagain, 2008).

Enquanto o indicador tradicional de consumo de água mostra o consumo da mesma em relação à produção dentro de um país, a Pegada Hídrica representa a utilização da água relacionada ao consumo de um país (Hoekstra e Chapagain, 2008).

A Pegada Hídrica também é conhecida como Pegada D'água, em inglês Water Footprint (WF), e tem seu fundamento similar ao conceito da pegada ecológica que teve origem na década de 90 (Hoekstra, 2007). Enquanto a pegada ecológica mede a área bioprodutiva necessária para o sustento de determinada população, a Pegada Hídrica representa o volume de água demandado. Ambos indicadores expressam o consumo humano em relação aos recursos naturais.

³ Água virtual é a água "incorporada" a um produto, não se referindo aqui ao sentido real, mas ao sentido virtual (Hoekstra e Chapagain, 2008), pois a maior parte da água utilizada na produção de determinado produto não está realmente dentro do produto. Comumente, o conteúdo de água "real" efetivamente presente nos produtos, é negligenciável em comparação com o conteúdo de água virtual (Resende Neto, 2011).

A Pegada Hídrica global é 7.450 Gm³/ano, isto é, uma média de 1.240 m³/per capita/ano (Hoekstra e Chapagain, 2004). A Figura 1 ilustra a Pegada Hídrica total por país no período de 1996 a 2005 (Hoekstra e Mekonnen, 2012).

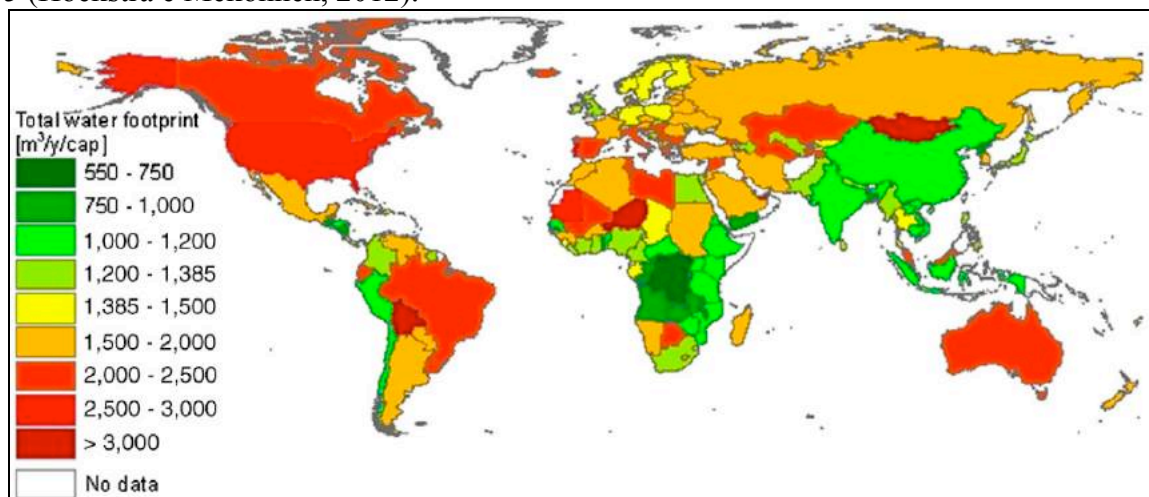


Figura 1 – A Pegada Hídrica total por país no período de 1996–2005 (metro cúbico por ano per capita) (Hoekstra e Mekonnen, 2012)

Tipos de Pegada Hídrica

A Pegada Hídrica foi classificada em *direta* e *indireta*. A primeira se refere ao consumo de água e à poluição que está associada ao uso de água pelo consumidor ou produtor, como a água consumida em casa, por exemplo. Distingue-se da indireta, que se refere ao consumo de água e da poluição que podem ser associados à produção de bens e serviços consumidos pelo consumidor ou aos insumos utilizados pelo produtor (por exemplo, os produtos que comprados no supermercado ou em qualquer outro lugar) (Hoekstra *et al.*, 2011).

A fim de promover um melhor entendimento a respeito da origem da água empregada em determinado país ou região, a pegada hídrica foi caracterizada como *interna* ou *externa*. A interna é definida como o volume de água utilizado para consumo doméstico e também na produção de bens e serviços que serão consumidos pelos habitantes de um determinado país, ou seja, é a apropriação dos recursos hídricos nacionais para suprir seu mercado interno. A pegada hídrica externa refere-se a água virtual direcionada para este mesmo país, por meio da importação de bens ou serviços (Schubert, 2011 e Hoekstra *et al.*, 2011). A tabela 1 apresenta as Pegadas Hídricas internas e externas de alguns países.

Tabela 1 – Pegada Hídrica Interna e Externa de alguns países (Hoekstra *et al.*, 2011)

País	Pegada Hídrica Interna (m ³ /ano per capita)	Pegada Hídrica Externa (m ³ /ano per capita)	TOTAL (m ³ /ano per capita)
Brasil	1840	187	2027
China	964	107	1071
Espanha	1404	1057	2461
EUA	2267	576	2843
Índia	1061	28	1089
Itália	906	1398	2304
Japão	319	1060	1379
Mongólia	1444	2331	3775
Média Mundial	1085	300	1385

De acordo com as fontes da água, as Pegadas Hídricas de diferentes produtos são divididas em três categorias: *verde*, *azul* e *cinza* (Hoekstra *et al.*, 2011).

A Pegada Hídrica azul é um indicador de consumo de água azul, isto é, águas superficiais e subterrâneas (Hoekstra *et al.*, 2011). Ela está prontamente disponível para os seres humanos, podendo ser captada e transportada (Schubert, 2011). Como exemplo cita-se a água de lagos de água doce, rios e aquíferos. Sua disponibilidade normalmente varia dentro do ano e também de ano para ano, de acordo com a escassez ou abundância de água azul nos locais e períodos em análise (Hoekstra *et al.*, 2011).

A água denominada verde é a água proveniente da chuva que fica temporariamente armazenada na zona capilar do solo ou na vegetação, ou seja, a água precipitada que não sofreu escoamento superficial nem infiltração (Schubert, 2011 e Hoekstra *et al.*, 2011).

Hoekstra e Chapagain (2008) expandiram o conceito de pegada hídrica, incluindo uma terceira forma de água, a água cinza. É uma estimativa do volume de água necessário para diluir uma certa carga de poluentes tal que satisfaça os padrões de qualidade de água definidos por legislação ambiental. Desta forma, em se tratando da Pegada Hídrica cinza de um produto, sua magnitude é um indicador de poluição de água doce, que pode ser associado à produção de um produto ao longo de sua cadeia produtiva (Hoekstra *et al.*, 2011).

O Setor de Abastecimento Doméstico de Água

Pode-se dividir a Pegada Hídrica em três principais setores: o setor de abastecimento doméstico, o agrícola e o setor industrial (Hoekstra e Mekonnen, 2012). O abastecimento doméstico é o que menos utiliza água, apenas 4,6% (344x10⁹ m³ ao ano) e vem seguido pelo consumo industrial (9,6%) e pelo setor agrícola (85,8%) que utilizam anualmente 716x10⁹ m³ e 6.390x10⁹ m³ respectivamente (Hoekstra e Chapagain, 2004).

A água para uso doméstico tem fundamental importância para a sociedade, pois pode ser utilizada para inúmeros fins, entre eles: descarga de bacias sanitárias, higiene pessoal, bebida, preparo de alimentos, lavagem de roupas, limpeza geral, rega de jardins, lavagem de carros, etc (Azevedo Neto, 1998).

Diversos fatores afetam o consumo doméstico de água. Um dos mais importantes é o preço. Comumente, aumentos da tarifa da água acarretam diminuição no consumo, até um limite correspondente ao essencial, e reduções no preço promovem um aumento no consumo (ReCESA, 2008). Além disso, Azevedo Neto (1998) salienta que *“nas localidades onde o consumo predial é medido através de hidrômetros, verifica-se que este é sensivelmente menor em relação àquelas cidades onde tal medição não é efetuada”*.

Von Sperling *et al.* (2002) desenvolveram um estudo, a partir de dados do ano de 1999, com o objetivo de investigar valores típicos do consumo per capita de água e seus principais fatores de influência. Foram analisados dados dos 26 estados brasileiros e de 45 municípios de Minas Gerais. Dentre as principais conclusões obtidas neste estudo, transcreve-se:

- os valores do consumo per capita de água nos estados brasileiros apresentam uma grande variação, com um valor médio de 157 l/hab.dia e uma faixa de variação de 93 a 298 l/hab.dia;
- o consumo per capita de água nos estados está associado à renda per capita da população nos diversos estados;
- a relação consumo per capita de água em função da renda nos diversos estados brasileiros pode ser estimada pela equação (1). A figura 2 apresenta graficamente o resultado obtido.

$$y = 50,072 \ln(x) - 240,97 \quad (1)$$

sendo y = consumo per capita de água (l/hab.dia)

x = renda per capita anual

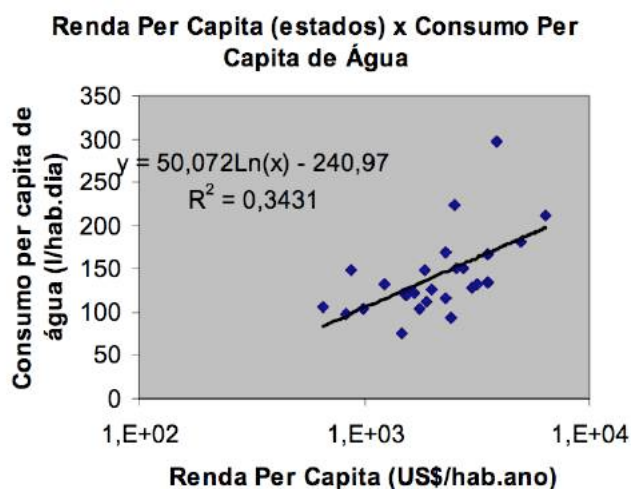


Figura 2 – Consumo per capita de água em função da renda per capita nos diversos estados brasileiros (dados do ano de 1999) (Von Sperling *et al.*, 2002)

A Pegada Hídrica do Setor de Abastecimento Doméstico de Água do Aglomerado Subnormal da Rocinha

A Rocinha destaca-se por ser a maior favela da cidade do Rio de Janeiro, com uma população de 73.410 habitantes segundo o Relatório Final do Censo Domiciliar desenvolvido pelo Governo do Rio de Janeiro (2010). Ela pertence à Área de Planejamento AP-2.1, XXVII região administrativa do município do Rio de Janeiro e está localizada na Zona Sul da cidade entre os bairros da Gávea e São Conrado (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2012). De acordo com dados do ano de 2003 divulgados no Portal da Prefeitura do Rio de Janeiro, a Rocinha ocupa uma área territorial de 143,72 ha (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2003).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) utiliza a expressão aglomerado subnormal para denominar a diversidade de assentamentos irregulares existentes no Brasil, conhecidos como: favela, invasão, grota, baixada, comunidade, vila, ressaca, mocambo, palafita, entre outros. Desta forma, a favela da Rocinha se enquadra na denominação de aglomerado subnormal.

Segundo a Cedae, cerca de 90% dos estabelecimentos da Rocinha tem problemas de abastecimento, porém, a Companhia planeja ações na favela, que está pacificada desde 2012, a fim de regularizar o seu fornecimento de água. Atualmente, somente 1.686 usuários pagam conta, mas a expectativa é que esse número chegue a 25 mil após o término da regularização (Leite, 2011 e Thuswohl, 2011). Entretanto, independentemente do consumo, será cobrada dos moradores da Rocinha somente a tarifa social, quer dizer, um valor fixo (Leite, 2011).

Com base na equação desenvolvida por Von Sperling *et al.* (2002) (figura 2) que define a relação do consumo per capita em função da renda, e de posse de dados - apresentados na tabela 2 - do Relatório Final elaborado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro (2010) obtidos a partir do Censo Domiciliar e Empresarial do Complexo da Rocinha que obteve a renda mensal média aproximada de R\$ 369,91 per capita, isto é, US\$ 2.123,88/ano⁴, podemos inferir que o consumo médio de água da comunidade seria de 142,63 l/hab.dia caso houvesse cobrança proporcional ao seu uso. Isto significa uma Pegada Hídrica de 52,06 m³/hab.ano relacionada ao consumo doméstico do

⁴ O valor médio do dólar entre os meses de ago/2008 e mai/2009 foi de R\$ 2,09.

Complexo da Rocinha, valor inferior à PH global de 57 m³/hab.ano do período de 1997 a 2001 (Hoekstra e Chapagain, 2008).

Sendo: $y = 50,072 \ln(x) - 240,97$

$y = 50,072 \ln(2.123,88) - 240,97$, logo $y = 142,63 \text{ l/hab.dia}$

Tabela 2 – Renda bruta do trabalho e/ou aposentadoria dos habitantes do Complexo da Rocinha (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2010)

Renda	Valor absoluto	Percentual
Até ½ SM (De R\$ 1,00 a R\$ 207,50)	992	1,4
Entre ½ a 1 SM (De R\$ 207,51 a R\$ 415,00)	9826	13,4
Entre 1 a 2 SM (De R\$ 415,01 a R\$ 830,00)	16946	23,1
Entre 2 a 3 SM (De R\$ 830,01 a R\$ 1.245,00)	3130	4,3
Entre 3 a 5 SM (De R\$ 1.245,01 a R\$ 2.075,00)	479	0,7
Entre 5 a 7 SM (De R\$ 2.075,01 a R\$ 2.905,00)	88	0,1
Entre 7 a 10 SM (De R\$ 2.905,01 a R\$ 4.150,00)	37	0,1
Acima de 10 SM (Acima de 4.150,01)	44	0,1
Subtotal	31542	43,0
Não tem renda	17891	24,4
Não se aplica	10299	14,0
Não Informados	13678	18,6
Total*	73410	100,0
R\$	369,91	renda média aproximada por pessoa (49.433 moradores informaram renda)
R\$	727,49	renda média aproximada por domicílio (25.135 domicílios)
renda média aproximada por pessoa do sexo masculino:		R\$ 427,86
renda média aproximada por pessoa do sexo feminino:		R\$ 314,03

*Referente ao numero de habitantes da comunidade.

A fim de comparação do consumo estimado para a Rocinha com dados disponíveis na literatura percebe-se que os 142,63 l/hab.dia, embora superiores aos 120 l/hab.dia definidos por Creder (2006) para residências de baixa renda, se enquadram no intervalo entre 120 a 150 l/hab.dia sugeridos por Macintyre (1996). Entretanto, o Decreto nº 25.438 (Rio de Janeiro, 1999) que dispõe sobre a cobrança de ‘tarifa social’ para os imóveis situados em áreas de interesse social, estipula um consumo máximo bastante alto de 200 l/hab.dia.

CONCLUSÕES

Embora o estudo desenvolvido a partir dos dados de rendimento médio dos moradores da Rocinha tenha apontado que a Pegada Hídrica relacionada ao consumo doméstico de água de toda comunidade seria de 52,06 m³/hab.ano (142,63 l/hab.dia) caso a cobrança pelo uso da água fosse proporcional ao volume consumido, é de se esperar, quando do momento da regularização do abastecimento e da medição do consumo real, que o mesmo aponte que seus moradores estejam consumindo mais que a média nacional de consumidores com o mesmo perfil sócio-econômico, ou seja, vazões superiores a 150 l/hab.dia.

É importante mencionar que o Decreto nº 25.438 do Estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 1999) que prevê a aplicação de Tarifa Social para imóveis localizados em área de interesse social em nada auxilia à prática do uso racional da água nestas comunidades, pois permite um consumo de até 200 litros por habitante por dia. Este consumo exagerado, acima da média brasileira no ano de 2010, que foi de 159,0 l/hab.dia (SNIS, 2012), em nada contribui para práticas do uso racional da água por esta população.

Desta forma, conclui-se que a educação e conscientização da população moradora de aglomerados subnormais, a fim de se privilegiar o uso eficiente de água, aliada a uma tarifação justa, seja a melhor forma de se reduzir o consumo deste bem cada vez mais escasso.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília, DF, 2007. (Cadernos de Recursos Hídricos 2).

AZEVEDO NETTO, J.M., 1918-1991. *Manual de hidráulica*/ José Martiniano de Azevedo Netto; coordenação Roberto de Araújo; co-autores Miguel Fernandes y Fernandez, Acácio Eiji Ito. 8ª edição- São Paulo: Editora Blucher, 1998.

CREDER, H. *Instalações Hidráulicas e Sanitárias*. LTC . 6ª Edição. Rio de Janeiro. 2006.

DAES. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas. World Population Prospects: The 2010 Revision.

Governo do Estado do Rio de Janeiro. Relatório Final do Censo Domiciliar do Complexo da Rocinha Rio de Janeiro. Rio de Janeiro; 2010.

HOEKSTRA, A.Y. (2007) ‘Human appropriation of natural capital: Comparing ecological footprint and water footprint analysis’, Value of Water Research Report Series No.23, UNESCO-IHE.

HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A.K. (2004) *Water footprints of nations*. Value of Water Research Report Series No.16, UNESCO-IHE.

HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A.K. Globalization of Water: Sharing the Planet’s Freshwater Resources. 1. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 232p., 2008.

HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M. e MEKONNEN, M.M. The water footprint assessment manual: Setting the global standard, Earthscan, London, UK. 2011.

HOEKSTRA, A.Y. e HUNG, P.Q. (2002). “Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows Between Nations in Relation to International Crop Trade” Value of Water Research Report Series No. 11, IHE, Delft, the Netherlands.

HOEKSTRA, A.Y. and MEKONNEN, M.M. (2012) The water footprint of humanity, Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(9): 3232–3237.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010 - Aglomerados Subnormais Primeiros Resultados. 2010.

LEITE, R. Rocinha descobre o preço da regularização. In *O Globo*, Rio de Janeiro, 26 de novembro de 2011.

MACINTYRE, A.J. *Instalações hidráulicas*. 3.ed. RIO DE JANEIRO: Livros Técnicos e Científicos, 1996. 739p.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Bairros Cariocas. 2003. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br> Acesso em: 13 de maio de 2013.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Instituto Pereira Passos. Gerência de Cartografia. Divisões Administrativas Setoriais. 2012.

ReCESA – Rede Nacional de Extensão e Capacitação Tecnológica em Saneamento Ambiental. Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento: guia do profissional em treinamento - nível 2. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). – Salvador, BA, 2008.

RESENDE NETO, A. Sustentabilidade, água virtual e pegada hídrica: um estudo exploratório no setor bioenergético. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2011.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 25.438: dispõe sobre a fixação de cota mínima de água e esgoto para imóveis residenciais situados em áreas de interesse social e dá outras providências. Rio de Janeiro, 21 de Julho de 1999.

SABMiller and WWF-UK (2009) Water footprinting: Identifying & addressing water risks in the value chain, SABMiller, Woking, UK / WWF-UK, Goldalming, UK.

SCHUBERT, H. The Virtual Water and the Water Footprint Concepts. In: Demonstrações do grupo de projeto acatech - Material n° 14. Munique. 2011.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2010. – Brasília: MCIDADES.SNSA, 2012.

THUSWOHL, M. Oferta de serviços provoca uma segunda ocupação da Rocinha. Rede Brasil Atual, Rio de Janeiro, 16 de novembro de 2011.

VON SPERLING, M.; SANTOS, A.S.P.; MELO, M.C.; LIBÂNIO, M. “Investigação de fatores de influência no consumo per Capita de água em estados brasileiros e em cidades de Minas Gerais”. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, I-004, Vitória-ES, 2002.

WWDR4 - MANAGING WATER REPORT UNDER UNCERTAINTY AND RISK. The united nations world water development report – 2009.