



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



**TESE DE DOUTORADO**

**NACIONALIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: UM ESTUDO  
EXPLORATÓRIO DA PEGADA HÍDRICA NO BRASIL**

**KETTRIN FARIAS BEM MARACAJÁ**

**Campina Grande - PB**

**Agosto de 2013**

KETTRIN FARIAS BEM MARACAJÁ

**NACIONALIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: UM ESTUDO  
EXPLORATÓRIO DA PEGADA HÍDRICA NO BRASIL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Recursos Naturais.

Área de Concentração: Sociedade e Recursos Naturais

Linha de Pesquisa: Gestão dos Recursos Naturais

Orientadores: Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva

Prof. Dr. José Dantas Neto

Campina Grande - PB

Agosto de 2013

M298n Maracajá, Kettrin Farias Bem.

Nacionalização dos recursos hídricos: um estudo exploratório da pegada hídrica do Brasil. / Kettrin Farias Bem Maracajá. - Campina Grande - PB: [s.n], 2013.

104 f.

Orientador: Professor Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva; Professor Dr. José Dantas Neto.

Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Gestão de recursos hídricos. 2. Pegada hídrica - cidades brasileiras. 3. Recursos hídricos. 4. Nacionalização de recursos hídricos. 5. Água virtual. 6. Consumo de água humano. 7. Pegada ecológica. 8. Pegada hídrica masculina - Brasil. 9. Pegada hídrica feminina - Brasil. 10. Índice de Desenvolvimento Humano. I. Silva, Vicente de Paulo Rodrigues da. II. Dantas Neto, José. III. Título.

CDU:556.18(043.3)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

KETTRIN FARIAS BEM MARACAJÁ

**NACIONALIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: UM ESTUDO  
EXPLORATÓRIO DA PEGADA HÍDRICA NO BRASIL**

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva (Orientador)  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. José Dantas Neto (Co-orientador)  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido (Examinador Interno)  
Centro de Humanidades/Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima (Examinador Interno)  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. Fábio Perdigão Vasconcelos (Examinador Externo)  
Centro de Ciência e Tecnologia/Universidade Estadual do Ceará

---

Prof. Dr. Lincoln Elói de Araújo (Examinador Externo)  
Departamento de Engenharia e Meio Ambiente/Universidade Federal da Paraíba



Dedico este trabalho aos meus pais  
**Francisco e Ítala**, bem como ao meu esposo,  
**Ângelo.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças alcançadas na vida e por tornar meus maiores sonhos em realidade.

A meus pais e a meus irmãos por estarem sempre ao meu lado durante esses anos do doutorado, ajudando-me sempre no que foi preciso e por serem tão iluminados e presentes em minha vida.

Ao meu esposo, Ângelo Maracajá, pelo auxílio, carinho, amizade e paciência durante todo o processo de doutoramento e por ser essa pessoa única em minha vida que tanto amo e admiro.

À minha filha Emily que foi a maior surpresa e felicidade que eu poderia receber durante a conclusão do meu doutorado.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva por ter compartilhado seus ensinamentos acadêmicos através de sua orientação, pelo seu incentivo, sugestões, conduta profissional e capacidade de estímulo ao longo de todo o trabalho.

Ao Prof. Dr. José Dantas Neto, pela orientação e colaboração.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais pela oportunidade de realização deste curso e a CAPES, pela concessão da bolsa.

A secretária do programa, Cleide dos Santos que sempre me ajudou durante essa fase do doutoramento.

Ao professor e amigo Dr. Lincoln Eloi pela ajuda constante durante minhas dúvidas da tese; por disponibilização de material para a pesquisa e pelas valiosas contribuições durante toda a pesquisa da tese.

Agradeço também a minha amiga, Geórgia Karênia que esteve ao meu lado em momentos cruciais da elaboração da tese. Muito obrigada por sanar sempre as minhas dúvidas, pelas palavras sinceras nas horas mais difíceis e pelo constante incentivo em minha vida acadêmica.

A amiga, Ana Paula de Araújo (Biju), por ter me ajudado na pesquisa de campo pois sem sua ajuda este trabalho se tornaria muito mais difícil.

Não poderia deixar de agradecer a amiga, Isabelle Pinheiro pela grande ajuda prestada na estruturação de minha apresentação em power point. Muito obrigada por seus ensinamentos dessa ferramenta da Microsoft.

E por fim aos meus amigos Talden Farias, Ivonete Brito, Ana Aires, Gianka Bezerril, Josemery Alves, Kelsiane Lima, Lidiane Batista e Suzana Nobre pela amizade sincera, bem como por toda a ajuda durante o doutorado e por torcerem sen por mim! Amo vocês!

A todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta tese, meu muito obrigada.

“Deus nos  
concede, a cada  
dia, uma página  
de vida nova no  
livro do tempo.

Aquilo que  
colocamos nela,  
corre por nossa  
conta.”

Chico Xavier

## NACIONALIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DA PEGADA HÍDRICA NO BRASIL

**Resumo:** O conceito de pegada hídrica (PH) foi introduzido como um importante indicador do consumo de água humano. A PH é definida como o volume total de água utilizada durante produção e consumo de bens e serviços, bem como o consumo direto de água pelos seres humanos. O objetivo deste trabalho consiste em analisar as relações dos hábitos alimentares na PH de cada estado e regiões do Brasil. Os resultados indicaram que a PH média do Brasil é de  $1.107 \text{ m}^3/\text{ano}$  *per capita*. As regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentaram as maiores PHs e as regiões Norte e Nordeste as menores. A entidade federativa com maior PH foi o Distrito Federal com  $2.588 \text{ m}^3/\text{ano}$  e com a menor o Estado da Bahia com  $751 \text{ m}^3/\text{ano}$ . A cidade com maior PH foi Florianópolis, SC, com  $2.617,2 \text{ m}^3/\text{ano}$  e a com a menor PH foi o município de Serrano no Estado do Maranhão com  $678,8 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Os resultados ainda indicaram que a PH da população brasileira aumenta linearmente com a sua renda familiar, com coeficiente de correlação de 0,98; enquanto o relacionamento da PH com o índice de desenvolvimento humano é de 0,80, ambos estatisticamente significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t-Student. A PH da população aumenta em função da renda familiar e diminui de acordo com os hábitos alimentares. A redução da PH no Brasil está associada à mudança dos hábitos alimentares, redução de consumo de produtos que envolvam a importação da água virtual e a conscientização do desperdício de água no setor agrícola.

**Palavras-chave:** Água virtual, recursos hídricos, índice de desenvolvimento humano, renda familiar.

## **NATIONALIZATION OF WATER RESOURCES: AN EXPLORATORY STUDY OF WATER FOOTPRINT IN BRAZIL**

**Abstract:** The water footprint concept (PH) has been launched as an indicator of the total annual volume of freshwater that is used to produce the goods and services consumed by the inhabitants of the nation. The aim of this study is to develop the dietary habits of PH from every state and regions of Brazil. The results indicated an average PH in Brazil of 1.107 m<sup>3</sup>/year *per capita*. The regions Midwest, Southeast and South had the highest PH while the regions North and Northeast had the lowest PH of the country. The federative entity with higher PH was the Federal District (2,588 m<sup>3</sup>/year) while the smaller PH was in the state of Bahia (751 m<sup>3</sup>/year). On the other hand, the city with the highest PH was Florianópolis, SC (2,617.2 m<sup>3</sup> per year) and the lower PH was in the city of Serrano in the State of Maranhão (678.8 m<sup>3</sup>/year). The results also indicate that the population PH increases linearly with their family income, with a coefficient of correlation of 0.99 while the relationship between PH and human development index was of 0.64 both statistically significant at 1% probability level by t-Student test. The water footprint of the population increases as a function of family income and decreases according to the eating habits. The reduction of PH in Brazil is associated with change in eating habits, the reduce consumption of products which involving of import virtual water and the consumer awareness of their water use control in the agricultural sector.

**Key-word:** Virtual water, water resources, human development index, family income.

## SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1. Objetivo geral	16
1.2. Objetivo específico	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>17</b>
2.1. Contexto histórico sobre a problemática ambiental	17
2.2. A sociedade sustentável	20
2.3. Uso sustentável da água	21
2.4. Indicadores de sustentabilidade	23
2.4.1. Pegada ecológica	24
2.4.2. Pegada hídrica	27
2.4.2.1. Aspectos sociais e viabilidade econômica da pegada hídrica	28
2.4.2.2. Tipos de pegada hídrica	31
2.4.2.3. Pegada hídrica de produtos de origem animal	32
2.4.2.4. Pegada hídrica de um consumidor	34
2.4.2.5. Pegada hídrica dos países	34
2.4.2.6. Limitações da pegada hídrica	35
2.5. Neutralidade de água	36
2.5.1. Neutralidade de água de um produto	37
2.5.2. Neutralidade de água de um consumidor	37
2.5.3. Neutralidade de água de uma empresa	38
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>39</b>
3.1. Caracterização da área de estudo	39
3.2. Cálculo da pegada hídrica	40
3.3. Coleta de dados da pesquisa	41
3.4. Amostragem dos municípios estudados	42
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>44</b>
4.1. Pegada hídrica no Brasil	44
4.2. Pegada hídrica masculina e feminina no Brasil	45

4.3. Distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e do rendimento médio <i>per capita</i> no Brasil	51
4.4. Componentes da pegada hídrica	52
4.4.1. Pegada hídrica dos alimentos	53
4.4.2. Pegada hídrica de produtos industrializados	55
4.4.3. Pegada hídrica de uso doméstico	57
4.4.4. Pegada hídrica das categorias dos alimentos	59
4.4.4.1. Pegada hídrica dos cereais	59
4.4.4.2. Pegada hídrica da carne	60
4.4.4.3. Pegada hídrica dos vegetais	61
4.4.4.4. Pegada hídrica das frutas	62
4.4.4.5. Pegada hídrica dos laticínios	63
4.4.4.6. Pegada hídrica de outros itens	64
4.5. Comparação entre pegada hídrica e os indicadores sociais	65
<b>5. CONCLUSÕES</b>	68
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	70
Anexo I. Pegada hídrica (PH) por regiões/estados, IDH, renda <i>per capita</i> e as médias para cada região	76
Anexo II. Pegada hídrica de alguns países (período: 1997-2001)	77
Anexo III. Estados e Municípios pesquisados com sua pegada hídrica total	78
Anexo IV. Valor total dos componentes da pegada hídrica total (m <sup>3</sup> /ano) em 351 municípios brasileiros	88



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa político do Brasil por regiões	40
Figura 2. Distribuição espacial dos municípios brasileiros selecionados na pesquisa	43
Figura 3. Distribuição espacial da pegada hídrica global no Brasil	44
Figura 4. Distribuição espacial da pegada hídrica dos consumidores do sexo masculino no Brasil	46
Figura 5. Distribuição espacial da pegada hídrica dos consumidores do sexo feminino no Brasil	47
Figura 6. Distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) no Brasil. Dados de 2000	51
Figura 7. Distribuição espacial do rendimento médio <i>per capita</i> no Brasil	53
Figura 8. Distribuição espacial da pegada hídrica dos alimentos consumidos no Brasil	54
Figura 9. Distribuição espacial da pegada hídrica da indústria no Brasil	55
Figura 10. Distribuição espacial da pegada hídrica de uso doméstico no Brasil	58
Figura 11. Distribuição espacial da pegada hídrica dos cereais no Brasil	59
Figura 12. Distribuição espacial da pegada hídrica da carne no Brasil	61
Figura 13. Distribuição espacial da pegada hídrica dos vegetais no Brasil	62
Figura 14. Distribuição espacial da pegada hídrica das frutas no Brasil	63
Figura 15. Distribuição espacial da pegada hídrica dos laticínios no Brasil	64
Figura 16. Distribuição espacial da pegada hídrica de "outros itens" no Brasil	65
Figura 17. Comparação entre a pegada hídrica e o índice de desenvolvimento humano (IDH) no Brasil (n = 351)	66
Figura 18. Comparação entre o índice de desenvolvimento humano (IDH) e a renda familiar no Brasil	66
Figura 19. Comparação entre a pegada hídrica e a renda familiar no Brasil	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pegada hídrica ( $m^3$ /ano) média dos consumidores masculinos vegetarianos em cada região do Brasil	49
Tabela 2. Pegada hídrica ( $m^3$ /ano) média dos consumidores moderados de carne do sexo masculino em cada região do Brasil	49
Tabela 3. Pegada hídrica ( $m^3$ /ano) média dos altos consumidores de carne do sexo masculino em cada região do Brasil	49
Tabela 4. Pegada hídrica ( $m^3$ /ano) média dos consumidores femininos vegetarianos em cada região do Brasil	50
Tabela 5. Pegada hídrica ( $m^3$ /ano) média dos consumidores moderados de carne do sexo feminino em cada região do Brasil	50
Tabela 6. Pegada hídrica ( $m^3$ /ano) média dos altos consumidores de carne do sexo feminino em cada região do Brasil	50
Tabela 7. Valores médios da pegada hídrica (PH, $m^3$ /ano) em cada região do Brasil	56
Tabela 8. Relação entre consumo de carne e pegada hídrica de carne de alguns países	57

## 1. INTRODUÇÃO

A humanidade nos últimos anos vivencia um período de grande crise em relação ao seu crescimento e degradação ambiental, sendo necessária uma reflexão sobre os problemas causados pela sociedade e a sua influência sob o meio ambiente. Na tentativa de mensurar a ausência de equilíbrio ambiental entre o homem e a natureza se tornam necessários indicadores do uso da água que se baseiam em metodologias que contemplam a discussão e avalia os índices de sustentabilidade, através do uso direto e indireto de água de um consumidor ou produto (Ercin et al., 2011). Também, são necessários estudos experimentais e de modelagem para melhorar a estimativa dos recursos naturais e concentrações máximas aceitáveis para as bacias hidrográficas em diferentes condições, como por exemplo, zonas climáticas, produtividades e quantidades de água, para saber como analisar a sustentabilidade do local (Liu et al., 2012).

A sustentabilidade de uma pegada hídrica (PH) depende inteiramente de fatores locais, como as características hídricas da região. Por exemplo, uma PH grande se torna sustentável em áreas ricas em água, enquanto uma PH pequena pode comprometer a sustentabilidade em áreas com escassez de água. No entanto, isso não quer dizer que as áreas ricas em água podem desperdiçar e sim que uma PH mais elevada não irá comprometer aquela localidade que difere de uma que tenha escassez. Desse modo, o desmatamento e o reflorestamento afetam o processo hidrológico de tal forma que pode influenciar diretamente a disponibilidade de água (Van Oel & Hoekstra, 2012). O uso da água doce está totalmente relacionado com os problemas de escassez e a poluição, fato que acontece principalmente pelo uso de pesticidas na agricultura e pelos poluentes lançados no ar e na água pelas indústrias. Nos dias atuais, tem sido bastante destacada a abordagem da limitação dos recursos hídricos (Hoekstra & Chapagain, 2007a, 2008).

Os consumidores finais, revendedores, comerciantes e todos os tipos de empresas que operam ao longo da cadeia produtiva de bens de consumo continuam fora do alcance das políticas governamentais destinadas a atenuar a escassez de água e a poluição. Isso acontece devido o uso da água no mundo estar ligado principalmente ao consumo final pelos consumidores. Portanto, é essencial o conhecimento das reais necessidades dos diversos bens de consumo, como alimentos, bebidas, energia e das fibras naturais. Essa é uma informação relevante não apenas para os consumidores, mas também para os varejistas, comerciantes e outras empresas que desempenham papel

central no fornecimento desses bens aos consumidores (Aldaya et al., 2010a). Dessa forma, surge a necessidade de um instrumento de medida dos fluxos de entrada e saída de recursos hídricos de um determinado local.

Nesse aspecto, o conceito de PH tem sido usado como indicador do consumo de água de pessoas e produtos em diversas partes do mundo (Van Oel et al., 2009; Zhao et al., 2009; Romaguera et al., 2010; Feng et al., 2011). Entretanto, no Brasil esse tema é ainda incipiente. A PH é definida como o volume de água total usada durante a produção e consumo de bens e serviços, bem como o consumo direto e indireto no processo de produção. A determinação da PH é capaz de quantificar o consumo de água total ao longo da cadeia produtiva (Yang Yu et al., 2010). A maioria dos usos de água ocorre na produção agrícola, destacando também um número significativo de volume de água consumida e poluída derivada dos setores industriais e domésticos. Desse modo, a PH consegue mostrar algumas informações sobre a dependência dos países sobre os recursos hídricos de outros países em todo o mundo levando em consideração a pegada interna (importação) e externa (exportação) de um país. Os conceitos de água virtual e PH são importantes no sentido de relacionar os impactos de produção com o consumo de água (Chapagain & Orr, 2009).

Muitos produtos são colocados no mercado mundial a um preço que não inclui adequadamente o custo da água contido neles; sendo, portanto, tarifado de forma errada. Isso leva às situações em que algumas regiões acabam tendo que exportar produtos, na forma de água virtual, o que torna os recursos hídricos cada vez mais escassos (Hoekstra & Hung, 2005). A PH, nesse contexto, pode contribuir de forma significativa na conscientização e sensibilização da cidadania crítica e responsável, capaz de participar de forma democrática das decisões políticas, econômicas do desenvolvimento das presentes e futuras gerações. Nessa perspectiva, é importante despertar o sentimento de que as pessoas são corresponsáveis pela mudança de atitude, que não só promova a preservação da vida, mas uma nova mentalidade essencial para criar um novo tipo de desenvolvimento - o desenvolvimento sustentável - onde tais sociedades sustentáveis combatem, leva em conta o processo coletivo e o bem comum sem violar os direitos individuais das pessoas. Portanto, a PH adquire um significado estratégico na direção do processo de transição para uma sociedade sustentável que evita o desperdício da água ou sua má utilização.

A premissa deste trabalho consiste no fato que as estimativas da PH dos países determinadas pela “Water Footprint Network” são superestimadas e, em especial para o

Brasil, onde pode ocorrer alta variabilidade espacial em face das desigualdades sociais e ao acesso da população à água potável. Nesse sentido, o presente trabalho tem os seguintes objetivos:

1.1. Geral: Analisar as relações dos hábitos alimentares na PH de cada estado e regiões do Brasil.

1.2. Específicos:

- i. relacionar a renda média familiar com a PH;
- ii. avaliar e comparar o uso consuntivo de água de indivíduos residentes em diferentes estados e regiões da área de estudo;
- iii. quantificar e comparar os componentes da PH de cada estado do Brasil, especificando o total de água utilizado em alimento (cereais, carne, verduras, frutas, laticínios e outros itens), uso doméstico e industrial;
- iv. analisar a contribuição de cada categoria de alimentos na formação da PH dos estados e regiões do Brasil;
- v. comparar a pegada hídrica com indicadores sociais.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O crescimento rápido da população mundial e o grande consumo de energia nas últimas décadas mudaram a forma do uso dos recursos naturais na terra (Hoekstra, 2008). Desse modo, surge o conceito da PH para determinar o tamanho da pegada humana que o planeta pode suportar. A PH de um indivíduo ou comunidade é definida pelo volume total de água doce que é usada para produzir bens e serviços consumidos pelo indivíduo ou comunidade (Hoekstra & Chapagain, 2007b). O conceito de PH tem sido introduzida na comunidade científica a fim de demonstrar a importância da gestão da água.

A PH pode ser calculada para qualquer grupo de consumidores, bem como para uma atividade específica, bem ou serviço, sendo ela expressa em termos de volume de água doce por ano. Assim, a pegada de um indivíduo ou comunidade pode ser estimada pelo total de água utilizado na produção de bens e serviços relacionados a certo padrão de consumo tendo sido utilizado, dentro e/ou fora do território nacional (Hoekstra e Chapagain, 2008). No entanto, não são poucos os problemas ambientais causados pela má utilização da água doce, principalmente pelo fato das pessoas não saberem da quantidade utilizada na produção de alimentos e uso domésticos. Por outro lado, a água virtual pode ser definida como um indicador físico da quantidade de água necessária para produzir bens e serviços nas diversas fases da cadeia de produção sendo os produtos comercializados de um lugar para outro; enquanto que a PH indica a quantidade de água necessária para produzir bens e serviços que serão consumidos por um país ou indivíduo (Resende Neto, 2011). Desse modo, a compreensão dos fatores que interferem no cálculo da PH de uma população devem considerar os aspectos de ordem social, ambiental, política e econômica, assim como a área onde essas pessoas residem, visto que em algumas localidades a água é escassa e um bem precioso; devendo, portanto, ser melhor empregado. Por essa razão, a presente pesquisa foi realizada em todos os estados e regiões do Brasil para que se tenha com maior precisão o valor da PH.

### 2.1. Contexto histórico sobre a problemática ambiental

Nas últimas décadas do Século XX a questão socioambiental despertou crescentes inquietações por se tratar de uma preocupação mundial. Historicamente, a

forma irracional adotada na busca do desenvolvimento socioeconômico vem causando danos alarmantes não só ao meio ambiente, mas também à humanidade como um todo (Dias, 2002). Os progressos científicos e tecnológicos, o fenômeno da globalização, a transformação dos processos de produção e suas consequências na educação trazem à tona novas exigências quanto à conscientização das pessoas objetivando reverter o atual quadro em que se encontra a questão ambiental, que visualizam a temática mais como uma questão teórica do que prática. No decorrer da história se constata diversas situações de degradação ambiental; no entanto, o aparecimento de práticas de intervenção sobre esta problemática é bastante recente. Desse modo, a inquietação com a degradação dos recursos naturais é preocupante em todo o mundo.

Para Leff (2001), a crise ambiental se tornou mais evidente a partir do século XX, refletindo-se na irracionalidade ecológica dos padrões dominantes de produção e consumo, marcando os limites do crescimento econômico e iniciando um debate teórico e político para valorizar a natureza e internalizar as externalidades socioambientais ao sistema econômico. No final da década de 60 e início da década de 70, a problemática ambiental passou a ser avaliada em uma perspectiva mais global, tornando-se tema de inquietação entre autoridades governamentais de diversos países. De acordo com Reigota (2007) dois eventos foram significativos para a transformação de perspectiva em relação aos problemas ambientais – a reunião do Clube de Roma (1968) e a Conferência de Estocolmo (1972). Segundo o referido autor, tais eventos foram responsáveis por colocar a discussão da problemática ambiental em uma dimensão planetária. O Clube de Roma formou-se em 1968, quando inúmeros especialistas de diversas áreas reuniram-se em Roma para discutir os problemas ambientais e o futuro da humanidade, com relação ao crescimento demográfico e econômico, resultando na elaboração de um relatório que alertava para os prováveis riscos decorrentes do consumo dos recursos naturais, em função dos modelos de desenvolvimento econômico adotados pela sociedade.

A Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente, realizada em 1972 em Estocolmo, foi responsável pelo surgimento de um plano de ação mundial para orientação dos governos em relação à questão ambiental, resultando em um programa internacional de educação ambiental. A declaração de Estocolmo exerceu grande influência em todos os outros documentos sobre o meio ambiente. Em seguida, a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura - UNESCO em 1975 promoveu o encontro internacional sobre a educação ambiental em Belgrado, com

a elaboração da Carta de Belgrado. O evento teve como foco central divulgar a importância de uma política de educação ambiental de alcance internacional e regional, cujos objetivos definidos foram: conscientização, conhecimentos, comportamento, competência, capacidade de avaliação e participação. Além disso, a Carta de Belgrado recomenda que a educação ambiental seja organizada como educação formal e não formal como processo contínuo e que tenha caráter interdisciplinar.

Em 1977, realizou-se em Tbilisi, na Geórgia, a Conferência Intergovernamental sobre educação ambiental, preparada pela UNESCO com colaboração com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, onde foram estabelecidos os princípios, objetivos, estratégias e recomendações para a educação ambiental. Em agosto de 1987, aconteceu em Moscou o Congresso Internacional sobre Educação e Formação Ambiental, organizado pelo PNUMA/UNESCO, objetivando avaliar o desenvolvimento da educação ambiental desde a Conferência de Tbilisi, debatendo-se também, nesse momento, o planejamento para a década de 90. Na Conferência da Organização das Nações Unidas - ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, mais conhecida como ECO-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, contando com a participação de cento e setenta países, também foi elaborada a Agenda-21, que é um programa global que visa regulamentar o processo de desenvolvimento com base nos princípios da sustentabilidade (Leff, 2001).

A Agenda 21 constitui um plano de ação estratégico, que regulamentou a mais ousada e abrangente tentativa já feita, em escala planetária, para um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Assim, estabelecendo-se uma parceria entre governos e sociedades, ou seja, um programa estratégico, universal, para se alcançar o desenvolvimento sustentável no século XXI. Com isso, a implantação da Agenda 21 pode proporcionar um meio ambiente equilibrado para as futuras gerações. A construção e implementação de alguns processos da Agenda 21 têm o intuito de sensibilizar a população através da educação ambiental, transformando e impulsionando as políticas públicas ambientais, levando-se em consideração as demandas populares pela equidade de um desenvolvimento social, econômico e ambiental.

Leff (2001) defende a tese de que a nova racionalidade social, entendida como racionalidade ambiental, deve ser construída sob uma nova ética entre a existência humana e a transformação social voltada a uma reorientação do progresso científico e tecnológico. Um novo conhecimento científico e tecnológico deve brotar em virtude da



crise planetária e civilizatória, exigindo a construção do conhecimento por meio da educação ambiental, onde práticas produtivas e atividades políticas intervenham na práxis educativa das relações entre o homem e a natureza. Neste sentido, o pensar e fazer sobre o meio ambiente está diretamente vinculada ao diálogo entre os saberes, à participação, aos valores éticos como valores essenciais para fortalecer a complexa interação entre a sociedade e a natureza. É imprescindível que a interdisciplinaridade seja percebida como um processo tanto individual quanto coletivo e que a solução dos problemas ocorra especialmente na relação com os outros. Vê-se, portanto, que o processo de conscientização e sensibilização acerca das questões sociais, econômicas e ambientais necessita do envolvimento e participação dos sujeitos, que por meio das responsabilidades buscarão a ação e participarão na tomada de decisões para a solução dos problemas ambientais.

## 2.2. A sociedade sustentável

Nos dias atuais, os estudos científicos têm demonstrado que os recursos naturais continuam sofrendo os impactos antrópicos principalmente por suas enormes produções e pela crescente urbanização. Cabe destacar, também, que os recursos hídricos se tornaram cada vez mais escassos; além disso, boa parte do que ainda existe em abundância se encontra poluída. Desse modo, essa situação provoca uma total insegurança ambiental, econômica, política e social, dificultando, portanto, a sustentabilidade desses recursos essenciais para vida dos seres vivos, o que gera incertezas em relação ao futuro. Neste debate mundial, a Agenda 21, que promove a alteração conceitual no processo de planejamento e gestão dos recursos hídricos, destaca que não pode existir desenvolvimento humano sem uso eficiente desses recursos de maneira sustentável (Tundisi & Tundisi, 2011). Em vista disso, os problemas que afetam e mantêm à vida no planeta são notoriamente de natureza global, revelando dimensões políticas, econômicas, sociais e ambientais.

O avanço para uma sociedade sustentável é permeado por inúmeros obstáculos, visto que ela ainda não trabalha com a consciência e sensibilização sobre o desenvolvimento dos problemas ambientais que são cada dia maiores. As causas básicas que desencadeiam atividades predatórias podem ser atribuídas às questões sociais, aos sistemas de informação e comunicação e aos valores consumistas adotados pela sociedade, onde as pessoas estão sempre querendo o novo, sem nenhuma preocupação

sobre quanto o bem consumido pode impactar o meio ambiente. Essa discussão implica principalmente em uma maior participação da sociedade referente à problemática mencionada anteriormente; tendo, assim, uma forma de identificar os problemas e as possíveis soluções para estas questões de cunho ambiental (IBGE, 2007). Logo, o conceito de PH pode estimular a reflexão em torno da diversidade da relação indivíduos/recursos naturais, bem como da relação meio ambiente/desenvolvimentos social e econômico.

### 2.3. Uso sustentável da água

De acordo com Hoekstra & Chapagain (2008), no livro *Globalization of Water*, não é possível trabalhar apenas com um único indicador de sustentabilidade, por causa da enorme variedade de fatos, valores e incertezas no debate sobre o desenvolvimento sustentável da água. Deste modo, a PH de uma nação não deve ser vista como o indicador final do debate da sustentabilidade, devido cada cidade possuir suas diversidades de fatores que irão interferir no cálculo final dessa pegada. Os indicadores anteriores do uso da água tinham a perspectiva apenas do consumidor sobre o uso da água, enquanto deveriam ter também a análise na perspectiva do produtor.

A PH tem contabilizada a utilização da água em todos os países e cidades, demonstrando como deve ser utilizado esse recurso de maneira mais sustentável. Por exemplo, os problemas de água nas principais áreas produtoras de algodão não podem ser resolvidos sem que seja abordada a questão global, visto que os consumidores não podem ser totalmente responsáveis por todos os custos econômicos e pelos impactos ecológicos do seu consumo, que permanecem nas áreas produtoras. Assim, a PH mostra o uso da água do ponto de vista do consumidor, enquanto as estatísticas tradicionais mostram o uso da água do ponto de vista do produtor. Então, torna-se possível comparar a demanda de água para as pessoas na África ou país asiático, simplesmente porque o uso da água é um indicativo de produção, mas não sobre o consumo.

É importante destacar que a PH evidencia, através de várias pesquisas (Hoekstra & Chapagain, 2007; Maracajá et al., 2012; Silva et al., 2012), a dependência de inúmeras nações sobre os recursos hídricos de outros países. Por exemplo, para o consumo de produtos de algodão, a União Européia é dependente dos recursos hídricos de outros continentes, particularmente a Ásia, mas há também uma forte dependência de

recursos hídricos estrangeiros para outros produtos; isso significa que a água na Europa é mais escassa do que os indicadores atuais sugerem (Hoekstra & Chapagain, 2007).

Para Hoekstra & Chapagain (2007), no trabalho publicado sobre a PH das nações, o consumo do algodão é responsável por 2,6 por cento do uso global da água. Assim, por ser uma média global, 44% do uso da água para o seu cultivo e seu processamento não é para o mercado interno, mas sim para a exportação. Isso significa que cerca de metade dos problemas de água em todo o mundo está relacionada com os produtos de algodão. Desse modo, através das relações comerciais, é possível encontrar a localização da PH de uma comunidade ou, de outra forma, relacionar com o consumo de um lugar com os impactos provocados em outros lugares. Os resultados obtidos por Hoekstra & Chapagain (2007) indicam que os consumidores na União Européia indiretamente contribuem com cerca de 20% para a dessecação do Mar de Aral. Portanto, visualizar a ligação real escondida entre os consumidores de algodão e os impactos de água de produção do algodão é uma questão relevante, tendo em vista o fato de que os impactos econômicos e ambientais do uso da água geralmente não são incluídos no preço pago pelos consumidores estrangeiros para o produto de algodão, seja na forma de preços ou rotulagem do produto; é, portanto, um aspecto extremamente importante na política que visa à redução dos impactos negativos, tais como o esgotamento da água e da poluição.

Cada componente da PH total inclui um custo econômico e um impacto ambiental que seria de extrema importância ser acrescido à empresa que está produzindo aquele produto para o consumidor, e não apenas o consumidor ter que arcar com todo o custo. Os impactos sociais e ambientais do uso da água, em geral, não são traduzidos para o preço de todos os produtos, com exceção, às vezes, dos custos de tratamento de efluentes antes do descarte. A maioria dos fluxos de resíduos globais não é tratada. Embora alguns países industrializados possam alcançar uma cobertura de tratamento de efluentes de quase 100%; essa cobertura permanece abaixo de 5% na maioria dos países em desenvolvimento (Hoekstra, 1998). Além disso, a cobertura do tratamento de 100% em alguns dos países industrializados se refere ao tratamento de fluxos de resíduos concentrados em indústrias e em famílias, mas exclui o fluxo de resíduos da agricultura.

Cerca de um quinto da PH global, devido ao consumo de algodão, está relacionado com a poluição. Essa estimativa é baseada na suposição de que os fluxos de águas residuais podem ser traduzidos em uma exigência de água certa para a diluição

com base em padrões de qualidade da água. A maioria dos fluxos de resíduos entre corpos de água naturais sem tratamento ocorre por causa da lixiviação de fertilizantes na agricultura e em grande parte pelos fluxos de resíduos das indústrias de algodão. Em alguns países ricos, no entanto, os fluxos de resíduos industriais são muitas vezes tratados antes do descarte. No caso do tratamento de fluxos de resíduos, na medida em que os efluentes satisfazem as normas de qualidade da água, uma melhor estimativa para a exigência de água seria a de considerar a utilização de água real para o processo de tratamento. Outra questão importante é que não se conta as concentrações de fundo naturais na água de diluição, o que significa que estimativa para o volume de diluição necessária é conservador. O fato de se analisar o volume de diluição necessária para fertilizantes, mas não o volume para diluir os pesticidas utilizados também faz a estimativa ser totalmente conservadora.

#### 2.4. Indicadores de sustentabilidade

Segundo Bellen (2003), o termo indicador vem do Latim *indicare* significa revelar ou apontar para estimar ou mesmo colocar valor, podendo tornar perceptível uma tendência ou fenômeno que não são detectáveis imediatamente. Desse modo, os indicadores de sustentabilidade surgem como um método para operacionalizar o desenvolvimento sustentável, sendo feita uma análise da parte teórica que remetida para a prática se destaca por revelar informações sobre o estado das diversas dimensões que compõem o desenvolvimento sustentável da sociedade.

Os indicadores são medidas, atribuições de números a objetos, acontecimentos ou situações, de acordo com algumas regras. Enquanto medidas remetem às informações que são mensuráveis, independente de sua coleta, elas obedecem a técnicas ou abordagem qualitativas ou quantitativas. No entanto, os indicadores também devem ser analisados em termos operacionais, ou seja, de acordo com as categorias pelas quais estão inseridos e que possam ser medidos. Desse modo, entende-se como sendo indicador um parâmetro ou um conjunto de elementos que fornecem informações sobre um determinado fenômeno (Guimarães et al., 2009).

Em relação ao critério de sustentabilidade, o sistema de indicadores apresenta metodologias diferenciadas relacionadas às dimensões ambiental, social e econômica. Para Bellen (2006), os indicadores devem ser utilizados para: comunicar informações sobre o progresso no alcance dos objetivos sociais; revelar fenômenos que não são

imediatamente identificáveis; prover informações na forma quantitativa, as quais são mais eficazes do que palavras ou figuras isoladas; representar um modelo da realidade, mas não a realidade completa. Por outro lado, os indicadores possuem um papel fundamental para tomada de decisões e para formulação das políticas públicas. O referido autor observa os indicadores a partir das seguintes funções: a) avaliação de condições e tendências; b) comparação entre lugares e situações; c) avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos; d) prover informações de advertência; e) antecipar futuras condições e tendências.

No Brasil, o IBGE disponibilizou para a sociedade a edição de indicadores de desenvolvimento sustentável, contendo 50 indicadores que tentam seguir as recomendações da Agenda 21, sendo 19 desses sociais, 18 ambientais, 9 econômicos e 4 institucionais. Logo, essas informações são remetidas a todos que têm envolvimento teórico e prático com os desafios do desenvolvimento, como os pesquisadores, formuladores de políticas, integrantes do setor público e privado das organizações sociais, assim como ao público em geral (IBGE, 2007).

#### 2.4.1. Pegada ecológica

Na década de 1990 surgiu o conceito de pegada ecológica como sendo a determinação da área de terra necessária para suprir as necessidades de uma dada população, sem que exista prejuízo ao ecossistema, levando em consideração a área necessária para se atender um sistema populacional urbano, a partir dos níveis de consumo, do desenvolvimento de novas tecnologias, da importação e exportação de produtos, da eliminação de espécies concorrentes, da eficiência da produção e da administração dos recursos naturais (Maracajá & Carvalho, 2010). No entanto, vários estudiosos têm dúvidas sobre se esse conceito é útil na ciência e/ou na política. Ao mesmo tempo, o conceito de pegada ecológica atrai a atenção do universo acadêmico e inúmeras pesquisas começam a ser feitas. Deste modo, Hoekstra & Chapagain (2008) descrevem que o conceito de PH adiciona uma nova perspectiva em relação à escassez de água, à dependência da água, ao uso sustentável da água e às implicações da gestão global do comércio virtual da água.

No ano de 1972, logo depois da Conferência das Nações Unidas (ONU), emergiu a preocupação com o desenvolvimento sustentável de modo que as pessoas possam aproveitar os recursos naturais hoje e no futuro próximo através do consumo.

Nesse contexto, foi proposto um modelo de desenvolvimento econômico que procurasse identificar os impactos ambientais visando à renovação natural dos ecossistemas. Logo, surgiram várias metodologias para se mensurar a sustentabilidade nos seus diferentes ambientes, sejam elas local, regional, nacional ou mundial, a partir de indicadores ambientais, dentre eles, a pegada ecológica (*Ecological Footprint Method* - EFM).

O conceito de pegada ecológica foi utilizado pela primeira vez no ano de 1992, no livro "Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on Earth", publicado em 1996 de acordo com William Rees, Professor na British Columbia University (Andrade, 2006). Nesse contexto, Dias (2002) definiu a pegada ecológica como sendo uma estimativa da quantidade de recursos necessária para produzir, de uma forma continuada, os bens e serviços que consumimos, e eliminar todos os resíduos poluentes que são produzidos, permitindo estimar áreas de terras ou água produtivas para sustentar a manutenção do sistema. Desse modo, para se entender o que significa a pegada ecológica é necessário entender sua relação com a capacidade de carga, ou seja, a determinação da área de terra necessária para suprir as necessidades de uma dada população, sem que exista prejuízo ao ecossistema. O conceito leva em consideração a área necessária para se atender um sistema populacional urbano (a partir dos níveis de consumo, do desenvolvimento de novas tecnologias, da importação e exportação de produtos, da eliminação de espécies concorrentes, da eficiência da produção e da administração dos recursos naturais). Portanto, faz-se necessário mencionar que para se calcular a área apropriada por determinada população ocorre uma variação de acordo com o número de itens escolhidos, bem como a disponibilidade de dados sobre o consumo desses itens. Para Bellen (2006) existem quatro etapas para que seja feito o cálculo da pegada ecológica: 1) Calcular a média anual de itens de consumo de dados agregados, por exemplo, consumo de energia e de alimentos, dividindo o consumo total pelo tamanho da população; 2) Determinar ou estimar a área apropriada *per capita* para cada um dos principais itens de consumo, dividindo o consumo anual *per capita* pela produtividade média anual; 3) Calcular a área da pegada ecológica média por pessoa, somando as áreas do ecossistema apropriadas por cada item de consumo de bens ou serviços; e, 4) Calcular a área total apropriada multiplicando o resultado da etapa anterior pelo tamanho da população.

De acordo com Pereira (2008), o cálculo da pegada ecológica é dividido em duas partes: a oferta ecológica, ou seja, a biocapacidade, e o consumo da população que é a pegada. Por outro lado, quando ocorre a comparação se obtém um diagnóstico, que é: se

a biocapacidade for maior do que a pegada, têm-se uma situação de saldo ecológico positivo; se a biocapacidade for menor do que a pegada, têm-se um déficit ecológico. Segundo Wackernagel & Rees (1996), existem cinco categorias para agrupar os itens de consumo, sendo estes: a) alimentação: vegetais e carnes (de boi, aves, peixes); b) habitação: área construída (casa, apartamentos); c) transporte: público ou privado; d) bens de consumo: papel, máquinas, roupas, dentre outros; e) serviços: bancos, hospedagens, restaurantes, aeroportos, dentre outros.

Para um melhor entendimento, faz-se necessário entender o conceito de terras biologicamente produtivas, que segundo Andrade (2006) é definida como: “a terra que é suficientemente fértil para a plantação de florestas e agricultura”. O espaço ecológico é representado pelas terras bioprodutivas que estão subdivididas em áreas de pastagem, de floresta e de cultivo, área de mar; terra de energia, terra pavimentada ou degradada e área para a proteção da biodiversidade. Ainda segundo a autora, as áreas de terras bioprodutivas podem ser definidas da seguinte forma: a) terras de pastagens – são as áreas de terras destinadas à criação de rebanhos de corte e de leite; b) terras de florestas - são as áreas cobertas pelas florestas naturais ou plantadas para a produção de fibras, madeira e combustíveis; c) terras de cultivo - são as terras destinadas para o cultivo de alimentos e ração animal; d) área de mar bioprodutiva - são as áreas destinadas à pesca; e) território de energia - são as áreas fictícias em que se calcula o *Ecological Footprint Method* do CO<sub>2</sub>, estimando-se a área biologicamente produtiva necessária para sequestrar as emissões de carbono suficientes para evitar um aumento desse gás na atmosfera; f) território construído - espaço pavimentado, construído ou degradado – formados pelas áreas destinadas à moradia, ao transporte, aos produtos industriais e às hidroelétricas; g) área de disponibilidade limitada - espaço destinado à proteção da biodiversidade – são compostos por áreas reservadas, formadas por matas virgens que têm como função proteger a biodiversidade, visando à reprodução das espécies oriundas da fauna e da flora e sequestrar o gás carbônico produzido por intermédio das atividades. Deste modo, o conceito de pegada ecológica é caracterizado por ser uma medida referente a apropriação humana de áreas produtivas enquanto que a pegada hídrica mede a apropriação dos seres humanos mediante o consumo de água doce do planeta. Ambas as pegadas têm em comum a análise do consumo humano mediante a utilização dos recursos naturais. Para um melhor entendimento sobre a medição das duas pegadas, a pegada ecológica utiliza o espaço (hectares) e a pegada hídrica o uso total de recursos de água doce (m<sup>3</sup>/ano). Estes dois indicadores devem ser vistos como

sendo complementares em se referindo à utilização do capital natural em relação ao consumo humano dos recursos naturais (Seixas, 2011).

#### 2.4.2. Pegada hídrica

O conceito de PH foi introduzido em 2002 por Arjen Hoekstra na reunião de peritos internacional sobre o comércio da água virtual, realizada em Delf, Holanda. A PH das nações foram quantitativamente avaliadas por Hoekstra & Hung (2002) e, posteriormente, de forma mais abrangente, por Hoekstra & Chapagain (2007a,b). O termo PH foi escolhido por Hoekstra, em analogia à pegada ecológica; no entanto, os conceitos referentes as pegadas possuem outras raízes, vista que pegada ecológica é expressa em hectares e a PH em volume de água doce consumida.

A PH foi introduzida em busca de ilustrar as relações pouco conhecidas entre o consumo humano e o uso da água, bem como entre o comércio global e a gestão de recursos hídricos. Para Hoekstra (2003), o ponto de partida para essa pesquisa se deu com o descontentamento com o fato de que a gestão de recursos hídricos é geralmente vista como uma questão local ou no máximo como um problema que ocorre no âmbito de uma bacia hidrográfica.

As comunidades científicas e políticas têm supervisionado a dimensão global da gestão dos recursos hídricos em todo o mundo, de modo que se tenha uma idéia sobre o consumo de água pelos seres humanos (Hoekstra, 2006). A perspectiva (oferta) na gestão dos recursos hídricos é tamanha que dificilmente é reconhecido que o uso da água diz respeito ao consumo humano. O conceito de PH só foi discutido em fóruns de água e de ciência política; ainda não ocorreu um debate sobre essa temática em fóruns ambientais (Hoekstra et al., 2007a). Em 2002, na reunião de especialistas em Delf, o conceito passou a ser discutido em várias reuniões internacionais da água, como o 3º Fórum Mundial da Água no Japão em 2003, a Conferência sobre o Comércio Virtual e Geopolítica da Água, organizado pelo Conselho Mundial da Água em 2003 (WWC, 2004), a reunião de peritos sobre o Comércio Virtual da Água organizado pelo Instituto Alemão de Desenvolvimento, em Bonn no ano de 2005 (Horlemann & Neubert, 2007), o IV Fórum Mundial da Água na Cidade do México em 2006, a reunião de peritos sobre Governança Global da Água organizada pelo Projeto de Sistema Global de Água, em Bonn, no ano de 2006 e na reunião de peritos sobre o Comércio Virtual de Água



organizado pelo Instituto de Pesquisa Social-Ecológico em Frankfurt, em 2006 (Hummel et al., 2007). Esses foram os primeiros eventos que obtiveram destaque por estarem sendo pioneiros no debate sobre a temática da PH no mundo. A partir do ano de 2006 até os dias atuais foram mais de 50 eventos realizados em todo o mundo sobre esse assunto, destacando um dele que ocorreu no Brasil no ano de 2011, na cidade de São Paulo com um curso introdutório sobre essa temática. O evento foi realizado em duas etapas, na primeira apenas para os parceiros do grupo Water Footprint tendo como título: Regional WFN Partner Exchange Meeting realizado no dia 17 de março de 2011. A segunda etapa foi um treinamento sobre PH destinada às pessoas interessadas no tema: Regional Water Footprint training course in Brazil, realizado entre os dias 15-17 de março de 2011.

#### 2.4.2.1. Aspectos sociais e viabilidade econômica da pegada hídrica

Os recursos hídricos são afetados pelos seres humanos de diferentes países. Por exemplo, as pessoas que vivem no Japão indiretamente afetam o sistema hidrológico nos EUA e na Europa, com similar impacto no Brasil (Hoekstra & Chapagain, 2008). É possível afirmar que esse fato acontece por causa da mudança climática provocada pelas emissões de gases do efeito estufa que contribuem para as alterações climáticas globais e, portanto, podem afetar indiretamente outro local (Kernan et al., 2010). No entanto, outro mecanismo é quase sempre deixado de lado para análise, porque as pessoas também afetam os sistemas hidráulicos. Esse mecanismo "invisível", hoje é bem significativo e nomeado como comércio global que pode ser explicado como o comércio internacional de *commodities* agrícolas e industriais que cria uma extrema ligação entre a demanda por *commodities* de uso intensivo de água em países como Japão, Itália, Alemanha e Reino Unido e o uso da água para a produção dessas *commodities* em países como EUA e Brasil.

O uso da água para a produção de *commodities* de exportação para o mercado global contribui significativamente para as mudanças nos sistemas de água local. Esse fato pode ser facilmente explicado ao mencionar uma compra de produtos vegetais no Japão sendo esses importados dos EUA, o que gera a exploração de aquíferos e esvaziamento de rios na América do Norte. Assim, os consumidores europeus contribuem de forma significativa para a demanda de água no Brasil através da compra

de uso intensivo de água das culturas e dos produtos animais deste país; por essa razão o desmatamento da floresta amazônica está se agravando cada dia mais tendo grandes implicações para a biodiversidade, erosão e escoamento daquela região, bem como do país e de todo o mundo (Hoekstra e Chapagain, 2008).

A retirada de água doce global aumentou quase sete vezes no século passado e esse valor deve crescer cada dia mais devido o aumento populacional, bem como em face das diferentes mudanças de hábitos alimentares e de consumo (Gleick, 2000). Desse modo, o volume de água de superfícies líquidas (rios, lagos etc) em determinado período não é totalmente disponível em face da evaporação, principalmente em regiões com alta demanda atmosférica, tal como em áreas áridas e semiáridas do planeta (Silva et al., 2006). O aumento da demanda da água doce para o consumo humano e para a irrigação é outro problema que o mundo vem enfrentando atualmente (Perry, 2007).

A água virtual tem sido uma solução parcial para os problemas da escassez de água, cujo conceito trata-se da importação que ocorre com os alimentos e produtos tornando-se uma fonte de água alternativa. Os estudos sobre água virtual começaram a crescer devido aos estudos quantitativos publicados por vários pesquisadores (Hoekstra & Hung, 2005; Hoekstra, 2011). Para Hoekstra e Chapagain (2008) a definição mais precisa sobre água virtual consiste na mensuração da água contida num produto, ou seja, numa mercadoria, bem ou serviço, em relação ao volume de água doce utilizada nas diversas fases de sua cadeia produtiva. O termo água virtual se refere ao fato de que a maioria da água utilizada na produção de um produto não está contida nele, sendo insignificamente comprado ao conteúdo virtual da água. Logo, o comércio virtual de água ocorre quando vários produtos são comercializados a partir de um lugar para outro (Hoekstra & Hung, 2005).

Os estudos de Mekonnen & Hoekstra (2011) indicam que a PH corresponde a 92% no consumo de bens e serviços, sendo o restante dividido entre a produção industrial e o abastecimento doméstico. A PH de uma região é influenciada pela sua sustentabilidade e pelo modelo de desenvolvimento econômico, sendo que muitas vezes é praticado fundamentalmente baseado na geração de riquezas, o que negligencia os sistemas naturais que dão suporte à vida. Por outro lado, é evidente a pressão que vem sendo praticada aos reservatórios de água doce, devido à excessiva retirada desse recurso, bem como pela poluição decorrente das atividades humanas. Hoekstra et al. (2011) destacam que o consumo total de água e a poluição são considerados como sendo a soma de várias demandas independentes de uso de água e suas atividades

poluentes. Assim, cabe destacar que no passado a comunidade científica e as práticas de gestão tinham como base a quantificação do consumo da água ao longo de sua produção e de sua cadeia de suprimentos. Isso resultava em pouca consciência quanto ao fato de que a organização, assim como a característica de uma cadeia de produção e fornecimento, influencia o consumo de água e a poluição que hoje podem ser associados ao produto final.

Hoekstra & Chapagain (2008) criaram o modelo da PH que visualiza o uso da água escondida nos produtos, ajudando, assim, a compreender o caráter global de água doce e a quantificação dos efeitos do consumo e do comércio sobre os recursos hídricos. Com o aumento populacional no planeta, os países começam a sofrer com a escassez de água, fazendo-se necessária a máxima racionalização da sua utilização dos recursos hídricos (Liu & Savenije, 2008). Desse modo, na mensuração do uso direto de água doce para elaboração de um produto ou apenas para suprir a necessidade de um consumidor se deve quantificar o uso indireto necessário ao longo de toda a cadeia produtiva ou todos os processos até que um produto ou serviço possa ser utilizado.

Aldaya et al. (2010b) destacam que a água virtual e a avaliação da PH podem promover a produção e a comercialização dos produtos de forma mais adequada de acordo com as condições ambientais locais, assim como desenvolver tecnologias de adoção eficiente da água. No entanto, para que essa abordagem se concretize é preciso um trabalho de parceria entre a política, a economia e a sociedade de forma que se leve em consideração os fatores culturais e ambientais. A PH de um indivíduo ou comunidade pode ser estimada multiplicando todos os bens e serviços consumidos mediante os respectivos conteúdo virtual de água. Deste modo, a PH consiste de uma parte interna e outra externa sendo a parte interna referente à apropriação para o seu próprio consumo dos recursos hídricos, enquanto que a parte externa refere-se à apropriação dos recursos hídricos de outros países.

A expressão "economia de água" pode ser utilizado no contexto de como produzir alternativas para apoiar os serviços ambientais, ou para servir ao crescente aumento dos produtos que o ser humano necessita. Então, o termo 'importar' água virtual está cada vez mais sendo compreendido como sendo uma fonte alternativa de água e está começando a mudar os conceitos atuais de água e segurança alimentar (Aldaya et al., 2010a). Assim, também é possível argumentar que o comércio de água virtual pode levar ao desperdício de água, na situação onde os países com baixa

produtividade de água acabam por exportar água virtual para regiões de alta produtividade da água (Verma et al., 2009).

O volume de água doce utilizada para produzir um produto, somado ao longo das várias fases da cadeia de produção, é a base para a compreensão do conceito de PH. Desse modo, a PH pode ser considerada como um indicador compreensivo da apropriação do recurso de água doce, confrontando à tradicional e restrita mensuração de retirada de água. Partindo desse princípio, a PH do indivíduo ou de comunidade se divide em três componentes: azul, verde e cinza. A PH foi definida baseada no uso real da água por unidade de consumo, logo ela só pode ser calculada através da análise da fonte de bens de consumo; e assim, considerar o uso real da água nos países de origem, ou seja, onde a produção acontece.

Os indicadores utilizados pela PH se baseiam na apropriação da água subjacente de bens e serviços, integrando o uso da água e da poluição sobre a cadeia de produção, indicando a ligação entre o local e o consumo global dos recursos hídricos, aferindo-se não apenas o uso da água azul, mas também o uso da água verde e a produção da água cinza poluída. A PH difere da medida clássica de "água retirada" em três aspectos (Hoekstra et al., 2009): (i) ela não se restringe a utilização da água azul, mas também a água verde e azul; (ii) ela não é restrito ao uso da água, mas inclui o uso da água indireta, ou seja, a água do consumidor ou do produtor e (iii) ela não inclui o uso da água azul na proporção que a água é devolvida de onde veio.

#### 2.4.2.2. Tipos de pegada hídrica

A PH azul é o indicador do consumo de “água azul”, ou seja, água doce de origem superficial e/ou subterrânea. Para Hoekstra et al. (2011) o termo “uso de água de consumo” refere-se a um dos quatro casos seguintes: (i) evaporação da água; (ii) água incorporada no produto; (iii) o não retorno da água para a área de captação (água é retornada para outra área ou para o mar); e (iv) não retorno da água no mesmo período (água é retirada no período escasso e é retornada no período chuvoso). Por outro lado, nos dias atuais, o maior consumo global de água azul é o setor agrícola (Shiklomanov, 2000). A PH verde é definida como sendo a água oriunda de precipitações, que não é retirada e nem armazenada pelos mananciais, e sim é armazenada temporariamente no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou vegetação (Hoekstra et al.,

2011). Ela representa o volume de água proveniente de chuva consumida durante o processo de produção. O cálculo da PH verde é particularmente relevante para produtos baseados em culturas agrícolas devido à evapotranspiração.

A distinção entre a PH azul e verde é muito importante devido aos impactos hidrológicos, ambientais e sociais, assim como os custos e impactos do uso da água superficial e do sub-solo. Essa definição difere dos custos e impactos do uso de água de chuva (Hoekstra et al., 2011). A PH cinza indica o grau de poluição de água doce associada ao processo de produção. Hoekstra et al. (2009) define essa componente da PH como sendo o volume de água doce que é requerida para assimilar a carga de poluentes, baseando-se nas concentrações naturais e padrões de qualidade de água existentes. Ela é calculada dividindo-se a carga de poluentes pela diferença entre a máxima concentração aceitável para aquele poluente específico e sua concentração natural naquele corpo de água que assimila o poluente.

#### 2.4.2.3. Pegada hídrica de produtos de origem animal

A PH de um animal é calculada baseando-se na PH de toda a sua alimentação durante sua vida e o volume de água por ele consumido, tanto para dessedentação quanto para outras atividades, como as de higiene. A PH total do animal é dividida em vários subprodutos derivados. Por exemplo, no caso específico do frango, considera-se um sistema industrial de produção que leva em média 10 semanas antes de abater ave e produzir 1,7 kg de carne branca. Segundo Mekonnen & Hoekstra (2010), a ave consome aproximadamente 3,3 kg de ração, consome 30 l de água. Portanto, para cada 1 kg de frango são utilizados cerca de 2 kg de grãos e 20 l de água potável durante todo o ciclo de produção. A produção de todo produto tem embutidos 3.900 l de água (Hoekstra, 2011). Esse autor destaca que o exemplo apresentando acima é uma média global. A PH do frango varia acentuadamente, dependendo da região de produção, da composição da ração e origem dos elementos que a compõem. Quando abatido, passadas as 10 semanas, a ave terá menos peso e, assim, a produção é reduzida. Conforme Hoekstra (2011), em termos gerais, a PH do frango, obtido em sistemas industriais, é menor do que obtido em sistemas de fazendas. Entretanto, é necessário atentar-se à origem da água, pois enquanto a PH do frango proveniente de um sistema industrial refere-se á

água de irrigação (água azul), a PH de uma cultura de grãos pode sofrer com escassez hídrica (água verde).

Já para o caso da carne vermelha, considera-se um sistema industrial de produção que leva três anos para se abater um animal e produzir 200 quilogramas de carne desossada. Aceita-se que o animal tenha consumido 1.300 quilogramas de ração, 7.200 quilogramas de forragem, 24 metros cúbicos de água para dessedentação e 7 metros cúbicos de água para limpeza geral. Isto significa que, para cada quilograma de carne desossada, são utilizados 6,5 quilogramas de ração, 36 quilogramas de forragem e 155 litros de água de beber. A produção de todo este sustento tem embutidos 15.500 litros de água (Hoekstra, 2011). O autor, entretanto, alerta que o exemplo apresentado acima é uma média global.

A PH da carne bovina varia acentuadamente, dependendo da região de produção, da composição da ração e origem dos elementos que a compõem. Em sistemas com pastagem, o gado se alimenta mais de forragem e de menos grãos. Quando abatido, passados 3 anos, o animal terá menos peso e, assim, a produção é reduzida. Conforme Hoekstra (2011), em termos gerais, a PH da carne bovina obtida em sistemas industriais é menor do que a obtida em sistemas com pastagens. Entretanto, é necessário atentar-se à origem da água: enquanto a PH da carne proveniente de um sistema industrial refere-se à água de irrigação (água azul) para uma cultura de grãos localizada em outra área, que pode sofrer com escassez hídrica, a PH da carne provinda de sistemas com pastagem refere-se à água verde, por meio das quais as pastagens se desenvolvem.

A PH para 1 kg de carne de porco é em média global de 4.800 litros de água (Hoekstra, 2011). Em um sistema industrial da suinocultura, que leva em média 10 meses antes de um porco ser abatido, produz-se 90 kg de carcaça suína, 5 kg de miudezas comestíveis e 2,5 kg de pele. Um porco consome cerca de 385 kg de grãos (milho, cevada, farelo de soja, farelo de trigo e outros grãos pequenos), utilizando 11 m<sup>3</sup> de água para beber e para manutenção da fazenda. Também é necessário mais 10 m<sup>3</sup> de água durante o processo de abate e de limpeza. Para se produzir toda essa a carne de porco são empregados 435 m<sup>3</sup> de água, sendo esse volume total distribuído ao longo dos três principais produtos, tendo como base os seus valores de mercado e o produto obtido por kg do suíno vivo. Desse modo, para Hoekstra (2011), a PH de um produto será definida como o volume total de água doce que é usado diretamente ou indiretamente para produzir o produto. Nesse caso, para os diferentes tipos de carne se obterá PH

diferenciada podendo considerar o uso da água em todas as etapas da cadeia produtiva. O autor afirma que esse procedimento é semelhante à contabilidade de todos os tipos de produtos, seja ele de produtos derivados do setor agrícola, industrial ou de serviços.

#### 2.4.2.4. Pegada hídrica de um consumidor

Para entender a PH do consumidor se deve levar em consideração como é feito seu cálculo, considerada como a soma das pegadas hídricas dos produtos utilizados pelo consumidor. A PH do consumidor terá poucos componentes. Para os carnívoros, por exemplo, a PH será referente à carne consumida (Hoekstra, 2010). Os consumidores que possuem a PH relativamente grande, pode-se através dessa metodologia, identificar os produtos de maior impacto. Os produtos que detêm uma preocupação maior são tidos como aqueles de "luxo", pois estão associados à PH relativamente alta. A utilização da água, em larga escala, para alocação de bens considerados de "luxo" pode custar maior impacto para o meio ambiente. A pegada da hídrica de consumo de uma cidade depende de dois fatores: o quê e quanto é que os consumidores consomem e quais são as pegadas hídricas das *commodities* consumidas que dependem da produção e circunstâncias nos lugares de origem das várias mercadorias. Desse modo, um produto disponível em um determinado país geralmente vem de lugares diferentes, tendo circunstâncias de produção diferentes e, assim, uma PH pode ser diferente em cada lugar (Mekonnen e Hoekstra, 2010).

#### 2.4.2.5. Pegada hídrica dos países

O Reino Unido possui uma PH de 1.258 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, enquanto os EUA 2.842 m<sup>3</sup>/ano *per capita*. Para Hoekstra e Mekonnen (2012), a PH média global relacionada ao consumo é de 1.385 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, no período de 1996-2005, enquanto os consumidores da China e Índia têm uma PH de 1.071 e 1089 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, respectivamente. Essa diferença pode ser parcialmente explicada pelo volume de consumo (Produto Interno Bruto - PIB), padrão de consumo (alto e baixo consumo de carne, por exemplo), condições climáticas (crescimento das culturas agrícolas) e práticas

agrícolas (uso eficiente da água). Assim, a variação desses indicadores influencia na PH de país para país.

Nos países industrializados a PH varia na faixa de 1.250 – 2.850 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, enquanto que nos países em desenvolvimento a PH sofre uma variação maior, de 550 - 3.800 m<sup>3</sup>/ano *per capita* (Hoekstra & Mekonnen, 2012). Por exemplo, a República Democrática do Congo tem uma PH de 552 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, a Bolívia 3.468 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, a Nigéria 3.519 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, a China 1.071 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, os EUA 2.842 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, o Reino Unido 1.258 m<sup>3</sup>/ano *per capita*, a Ucrânia 1.575 m<sup>3</sup>/ano *per capita* e o México 1.978 m<sup>3</sup>/ano *per capita*. O Brasil possui uma PH média de 2.027 m<sup>3</sup>/ano *per capita* levando em consideração o período de 1996-2005 (Mekonnen e Hoekstra, 2011). Os mesmos autores mencionam que se torna mais interessante observar a PH *per capita* porque as cidades com grandes populações têm uma PH maior. Para Hoekstra et al. (2011), cerca de 27% da PH da humanidade está relacionada com a fabricação de origem animal e 4% com o uso da água em sua residência. Desse modo, para reduzir a PH de uma pessoa se faz necessário uma análise da sua dieta alimentar porque produtos do seu país terão uma menor pegada, enquanto produtos de outros países possuirão uma pegada maior devido a importação de água (água virtual). Segundo Giacomini & Ohnuma (2012), faz-se necessário uma reestruturação do cardápio de todos os países, de maneira que ele se torne mais sustentável por destacar os produtos que exigem menos água para sua produção, assim como, os produtos locais que são produzidos em cada região do mundo.

#### 2.4.2.6. Limitações da pegada hídrica

A PH é uma ferramenta que possui algumas limitações e boa parte das pesquisas sobre ela foram feitas apenas pelo seu precursor Hoekstra, mas seus estudos mostram que avaliação deve ser utilizada para quantificar e localizar as PH de modo que se possa indicar sua sustentabilidade, bem como opções para sua redução, caso seja necessário. Assim, a PH é um indicador de sustentabilidade e uso eficiente dos recursos naturais que necessita de uma abordagem multidisciplinar. Para isso, se faz necessário entender as relações entre sociedade e meio ambiente mediante a utilização dos recursos de água doce face a sua escassa disponibilidade. A avaliação desse indicador é um instrumento parcial, devendo ser utilizado em conjunto com outros meios analíticos proporcionando,



assim, uma maior compreensão das questões relevantes na tomada de decisão; colocando a escassez de água doce nas pautas/agenda de governos e empresas.

A avaliação da PH possui algumas limitações (Hoekstra et al., 2011) como: (i) analisar o uso da água doce levando em consideração os seus recursos limitados, não abordando outros temas ambientais como as alterações climáticas, dentre outros; (ii) dar ênfase às questões ambientais, sociais e económicas quando a utilização dos recursos hídricos prejudica a biodiversidade, saúde, assistência social ou a distribuição equitativa deste recurso; (iii) Abordar a problemática da escassez de água doce, bem como de sua poluição visto a PH se referir à água doce e não ao uso/ poluição da água do mar. É importante mencionar que a avaliação da PH de uma empresa auxilia a compreensão do “risco da água”, destacando quais os componentes insustentáveis (Barton, 2010).

## 2.5. Neutralidade de água

O conceito foi criado por Pancho Ndebele em 2002, na Cimeira Mundial de Joanesburgo para o desenvolvimento sustentável para quantificar a água consumida durante o evento traduzindo os valores para dinheiro real, de modo a neutralizar a água através da compra de certificados para compensar o seu consumo durante todo o encontro de dez dias. A verba arrecadada foi investida na compra de bombas de água para comunidades com escassez de água na África do Sul e para iniciativas de conservação da água (Water Neutral, 2002).

Segundo Chapagain et al. (2005), ocorreu uma reunião entre Pancho Ndebele e A. Y. Hoekstra, no ano de 2006, para discutir a ligação entre a água neutra e a PH, resultando o desenvolvimento de uma calculadora de água neutra para ajudar no cálculo da PH dos visitantes da África do Sul. Com base em tal calculadora foi possível saber o preço de compensação que deveria ser pago, destinando-se as receitas para projetos referentes ao desenvolvimento sustentável e ao uso equitativo de água naquela localidade. Logo, o conceito de água neutra foi criado pensando em estimular os indivíduos e as empresas no consumo da água doce, bem como a poluição, de forma que elas podem praticar suas atividades de um modo mais sustentável reduzindo o consumo e a poluição, bem como os impactos negativos através de investimentos em projetos das comunidades afetadas. Como medidas de mitigação de redução do consumo e poluição é possível trabalhar novas tecnologias para poupar a água, além de estabelecer novas medidas de conservação de água e tratamento com as águas residuais. Ademais, os

impactos negativos podem ser compensados com investimentos na gestão de bacias hidrográficas, com a melhora ou apoio às comunidades que sofrem com escassez hídrica e que não têm acesso a água com boa qualidade. Isso pode ser melhorado se essas localidades possuíssem o seu próprio sistema de abastecimento (Hoekstra, 2008).

#### 2.5.1. Neutralidade de água de um produto

Para se neutralizar a água de um produto deve ocorrer a redução da PH dos produtos e/ou atividades já existentes. Nos últimos anos, o Reino Unido tem discutido a forma de neutralização da água (TCPA, 2008). Por exemplo, o surgimento de um novo bairro em uma determinada cidade deve garantir uma PH baixa mediante a implantação de poupanças de água nos edifícios com vistas à reutilização de água. A PH total pode ser neutralizada se o consumo de água da cidade não aumenta apesar de possuir mais um bairro. Um outro exemplo que pode ser mencionado é do governo britânico que em novembro de 2006 iniciou um estudo para alcançar a neutralidade da água em Thames Gateway, em Londres (EA, 2007). Para eles a neutralidade de água seria alcançada se o total de água utilizado fosse igual ou menor do que o uso total de água em Thames Gateway antes do desenvolvimento dessa metodologia (ano 2005/2006). Esse conceito também pode ser aplicado a produtos e/ou atividades já existentes tendo nesse caso um menor consumo da água nos produtos.

#### 2.5.2. Neutralidade de água de um consumidor

Para atingirem uma água neutra os consumidores devem reduzir sua PH e compensar a PH residual. Para redução do uso de água doméstico se torna mais fácil, devido estar sob controle direto do indivíduo. Merece destaque que a PH indireta de um consumidor é normalmente muito mais elevada do que a PH direta; a explicação está na substituição de um produto com elevada PH por outro tipo de produto com menor pegada ou substituindo um produto por outro igual, mas que possui uma menor PH. Os consumidores compensam os impactos negativos de sua PH direta adquirindo certificados de organizações sem fins lucrativos e que investem na melhoria da gestão dos recursos hídricos.

### 2.5.3. Neutralidade de água de uma empresa

Nos dias atuais, a contabilidade da PH de uma empresa é fator primordial para o desempenho sustentável. Desse modo, para que seja considerada água neutra deve-se reduzir a PH total de todas as suas atividades, bem como que exista investimentos em vigor para compensar a PH residual.

Uma empresa pode reduzir seu consumo de água e de resíduos quando possui uma tecnologia mais moderna, também consegue ter influência sobre seus fornecedores e caso esses não aceitem modificações, ela pode mudar para um outro fornecedor que tem um menor consumo de água. Sendo assim, a empresa consegue reduzir sua pegada operacional. De acordo com Hoekstra (2008), através dessas modificações é possível reduzir a PH da empresa e automaticamente equilibrar a PH residual. Por outro lado, para se ter a neutralidade de água das empresas é necessária a neutralidade dos seus produtos, sendo esse a entrave do desafio onde os produtores e consumidores possuem uma responsabilidade partilhada.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

A República Federativa do Brasil é o maior país da América do Sul e o quinto maior do mundo em área territorial, possuindo uma população com mais de 192 milhões de habitantes de acordo com o IBGE (2010). Ele é limitado pelo oceano Atlântico ao leste, ao norte pela Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa; ao noroeste pela Colômbia; ao oeste pela Bolívia e Peru; ao sudoeste pela Argentina e Paraguai e ao sul pelo Uruguai. Alguns arquipélagos fazem parte do território brasileiro, como Fernando de Noronha, Atol das Rocas, Arquipélago de São Pedro e São Paulo e Trindade e Martim Vaz. O Brasil faz fronteira com todos os países sul-americanos, exceto Equador e Chile. Também se destaca por possuir um litoral de 7.491 km (IBGE, 2010).

O território do Estado Brasileiro (Figura 1) é composto por 8,5 milhões de quilômetros quadrados, dividido em 26 estados e um Distrito Federal, chamados de unidades da federação (UF), nos quais se encontram 5.570 municípios. As unidades da federação são agrupadas em cinco regiões geográficas: centro-oeste, nordeste, norte, sudeste e sul. Essa divisão foi proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1969. Além da proximidade territorial, o IBGE levou em consideração os aspectos naturais na divisão do país, como clima, relevo, vegetação e hidrografia.

O clima do Brasil possui uma ampla variedade de condições climáticas em uma grande área e com topografia variada, mas em sua grande parte se destaca o tropical. Existem vários subtipos climáticos como: equatorial, tropical, semiárido, tropical de altitude, temperado e subtropical. Por causa de grande variação climática existem diversos ambientes que são conhecidos como as florestas equatoriais no norte e regiões semiáridas no nordeste, as florestas temperadas de coníferas no sul e savanas tropicais no Brasil central (IBGE, 2010).

O Brasil é conhecido por possuir a maior economia da América Latina (e a segunda das Américas, atrás apenas dos Estados Unidos), a sexta maior economia do mundo a taxas de mercado de câmbio e a sétima maior em paridade do poder de compra (PPC), de acordo com o Fundo Monetário Internacional e o Banco Mundial. O seu PIB per capita é de US\$ 12.181,341, colocando o Brasil na 75ª posição de acordo com dados do Banco Mundial (IBGE, 2010).

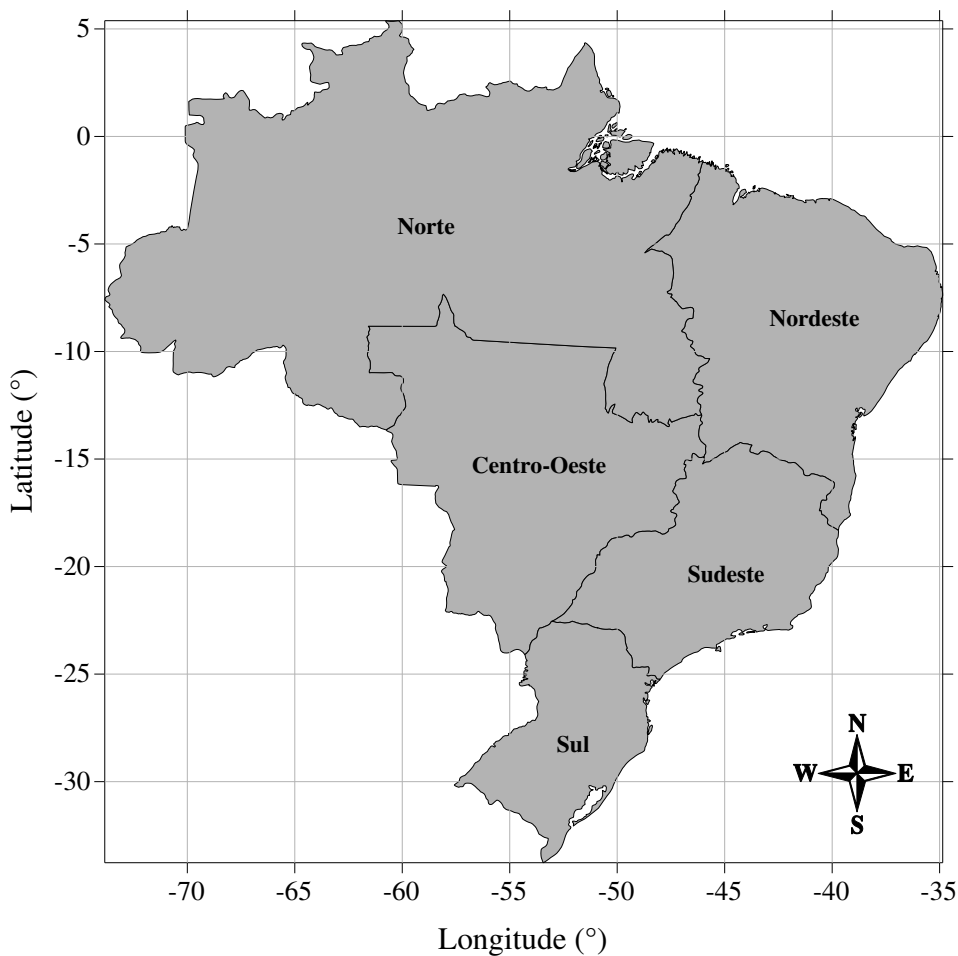


Figura 1. Mapa político do Brasil por regiões

O país se destaca por ter grande e desenvolvido setores agrícolas, minerador, manufatureiro e de serviços, bem como um grande mercado de trabalho. As exportações brasileiras estão crescendo, criando uma nova geração de magnatas. Os principais produtos de exportação incluem aeronaves, equipamentos elétricos, automóveis, álcool, têxtil, calçados, minério de ferro, aço, café, suco de laranja, soja e carne enlatada. Torna-se importante mencionar que o Brasil tem expandido a sua presença nos mercados financeiros internacionais e mercados de *commodities* (IBGE, 2010).

### 3.2. Cálculo da Pegada hídrica

O cálculo da PH se deu mediante os dados coletados no site do IBGE referentes ao gênero (masculino e feminino), renda *per capita* (que foi convertida no total anual em dólar americano) e a dieta alimentar. O software utilizado (Quick

Calculator) se encontra disponível no site da Water Footprint Network ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)). Os dados de entrada da calculadora leva em consideração o consumo de alimentos, o consumo doméstico (ambiente interno e ambiente externo) e o consumo em bens industrializados para se obter a pegada hídrica de uma pessoa. Os dados de saída da calculadora são: PH total, os componentes da PH total (alimentos, indústria e doméstico) e a contribuição das categorias alimentares (cereais, carne vermelha, vegetais, frutas, laticínios e outros itens). Na comparação dos dados de PH com os de indicadores sociais foram utilizados a técnica de regressão linear (Pearson) e o teste estatístico t-Student. A coleta de dados da pesquisa foi obtida na base de dados do IBGE levando em consideração a renda *per capita*, população, gênero (masculino e feminino) baseados na última pesquisa realizada no ano de 2010. Nesta pesquisa, a PH da população foi analisada em função de três variáveis: (i) Variável 1 (Sexo: Masculino e Feminino); (ii) Variável 2 (Rendimento mensal domiciliar *per capita*, dividida em quatro quartis, e (iii) Variável 3 (Dieta alimentar: se o consumidor é vegetariano; alto consumidor de carne vermelha ou médio consumidor de carne vermelha).

### 3.3. Coleta de dados da pesquisa

Neste estudo foram selecionados todos os estados brasileiros e as informações sobre a população foram obtidas na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo a variável sexo distribuída com 47% da população do sexo masculino e 53% do sexo feminino. Também foram extraídos dados do IBGE referentes à renda *per capita*, população, gênero masculino e feminino baseados na última pesquisa realizada no ano de 2010. Essas informações foram extraídas de cada estado brasileiro utilizando-se a técnica do quartil que são as medidas separatrizes que dividem a amostra em quatro partes iguais (Martins & Theóphilo, 2009). Desse modo, foi realizada a seleção de um conjunto de 7-14 municípios (dependendo da área territorial do estado) com renda *per capita* dentro do primeiro, segundo, terceiro e quarto quartis estabelecidos pelo IBGE. Os dados de renda anual foram convertidos para dólares americanos, utilizando-se a cotação do dia 16/10/2011, ou seja, 1 US\$ = R\$ 1,73.

Nesta pesquisa, a PH da população da área de estudo foi analisada em função de três vetores (variáveis), que são divididos em diferentes classes definidas da seguinte forma:

(i) Variável 1 (Sexo)

- a) Classe I (masculino)
- b) Classe II (feminino)

(ii) Variável 2 (Indicadores sociais municipais)

- a) Rendimento mensal domiciliar *per capita* nominal (Valor médio - Total)
  - Nível 1 (1º Quartil)
  - Nível 2 (2º Quartil)
  - Nível 3 (3º Quartil)
  - Nível 4 (4º Quartil)

(iii) Variável 3 (Dieta alimentar)

- a) Vegetariano
- b) Alto consumidor de carne vermelha (consome carne todos os dias)
- c) Médio consumidor de carne vermelha (consome carne três vezes por semana)

### 3.4. Amostragem dos municípios estudados

Os dados de hábitos alimentares (vegetariano, médio consumidor e alto consumidor de carne vermelha) serviram de base para determinar a PH da população brasileira. A seleção das cidades, em cada um dos estados brasileiros, deu-se considerando uma distribuição homogênea dos municípios dentro de cada estado, levando-se também em consideração os quartis dos indicadores sociais municipais referentes ao censo demográfico do ano de 2010. Em seguida foi determinado o rendimento mensal domiciliar *per capita* nominal de cada município selecionado mediante os quatro quartis. A Figura 2 exibe a distribuição espacial dos municípios utilizados no estudo.

A divisão dos estados para a pesquisa foi baseada no mapa político do Brasil (IBGE, 2010), cuja quantidade de município analisada por estado foi a seguinte: região norte (Acre = 14, Rondônia = 14, Amazonas = 14, Pará = 14, Tocantins = 14, Roraima = 7, Amapá = 7); nordeste (Maranhão = 14, Piauí = 14, Ceará = 14, Rio Grande do Norte = 14, Paraíba = 14, Pernambuco = 14, Alagoas = 14, Sergipe = 14, Bahia = 14); centro-

oeste (Mato Grosso = 14, Mato Grosso do Sul = 14, Goiás = 14, Distrito Federal = 1);  
sudeste (Minas Gerais = 14, São Paulo = 14, Espírito Santo = 14, Rio de Janeiro = 14) e  
sul (Paraná = 14, Santa Catarina = 14, Rio Grande do Sul = 14), totalizando 351  
municípios.

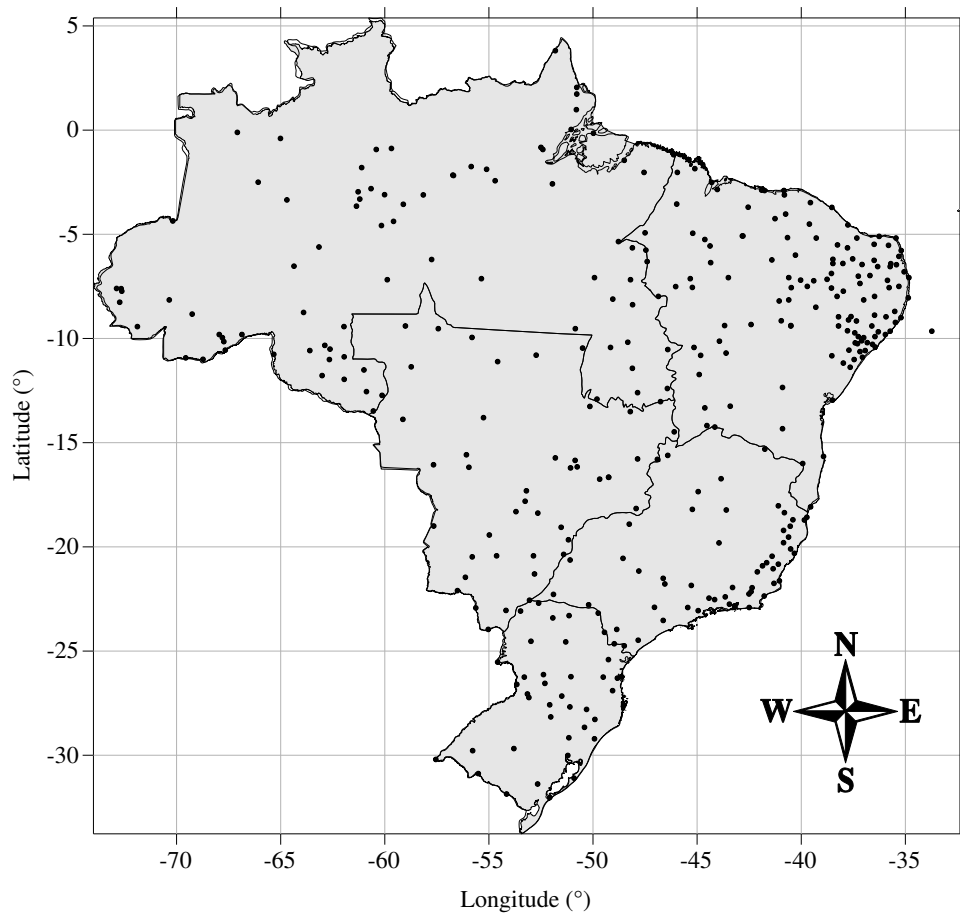


Figura 2. Distribuição espacial dos municípios brasileiros selecionados na pesquisa



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Pegada hídrica no Brasil

A Figura 3 exibe a distribuição espacial da PH no Brasil enquanto o Anexo I apresenta os seus valores médios e o índice de desenvolvimento humano (IDH) de cada estado brasileiro. A PH nos Estados brasileiros varia entre 751 e 2.588 m<sup>3</sup>/ano. Observa-se que os maiores valores da PH estão localizados nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde os valores do IDH dessas regiões são também maiores, ou seja, entre 0,7 – 0,8. Em relação à renda *per capita* os maiores valores foram encontradas na região Centro-Oeste com R\$ 782,3, Sul R\$ 703 e Sudeste com R\$ 605,3, enquanto as menores nas regiões Norte com R\$ 354,5 e Nordeste R\$ 302,5. Por outro lado, os menores valores de PH e IDH estão localizados nas regiões Norte e Nordeste cujo valores variam ente 0,6 – 0,7.

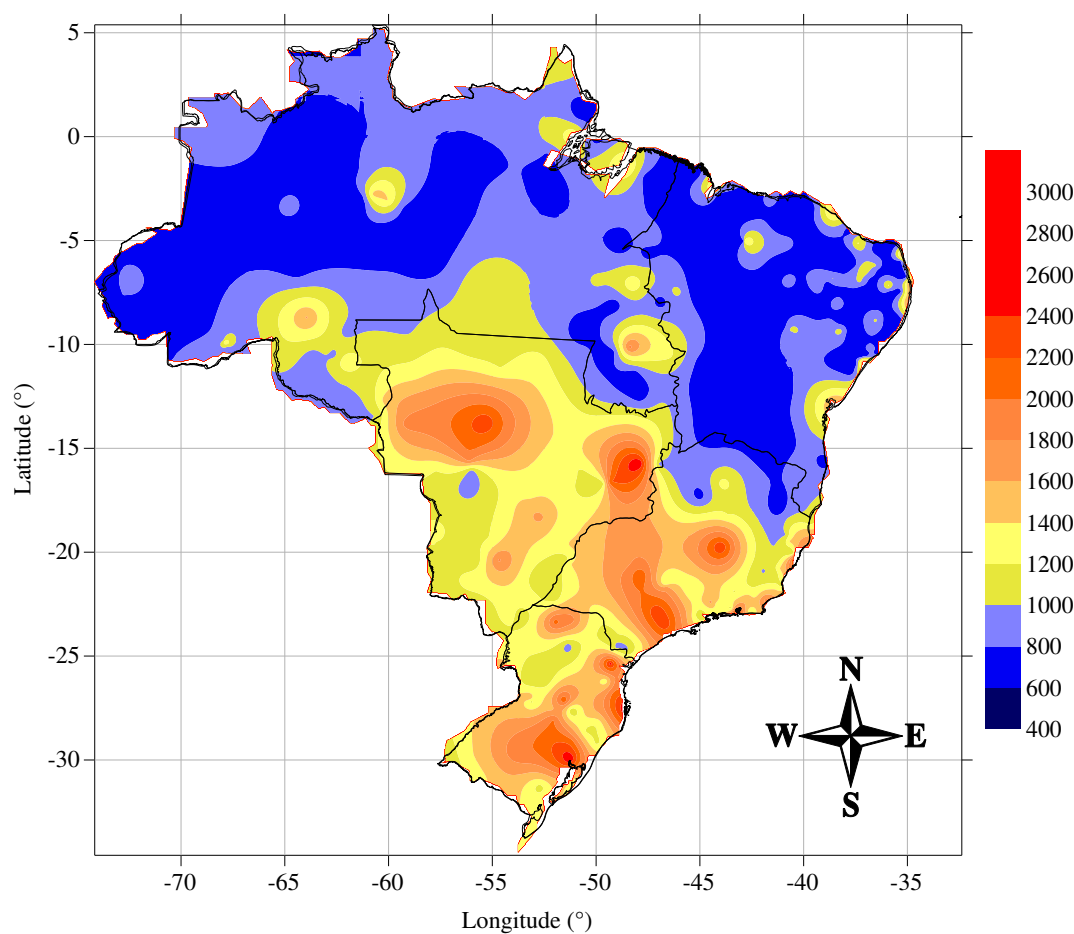


Figura 3. Distribuição espacial da pegada hídrica global no Brasil

A PH média do Brasil encontrada na pesquisa foi de 1.107 m<sup>3</sup>/ano e, portanto, 920 m<sup>3</sup>/ano inferior daquele valor inicialmente encontrado por Hoekstra et al. (2009) de 2.027 m<sup>3</sup>/ano, bem como menor do que a PH global que é de 1.385 m<sup>3</sup>/ano (Anexo II), conforme documentado por Hoekstra et al. (2009). Os Estados brasileiros que possuem uma maior PH são os mais desenvolvidos e que também possuem maior IDH, com consumo e produção maior do que as outras regiões menos desenvolvidas (Silva et al., 2013). A maior PH foi encontrada no Distrito Federal (2.588 m<sup>3</sup>/ano) e a menor no Estado do Bahia (751 m<sup>3</sup>/ano) (Anexo 1). A grande maioria dos Estados brasileiros, cerca de 56% deles, possui PH inferior a 1.000 m<sup>3</sup>/ano, indicando que o Brasil ainda é um país com uma PH inferior à média mundial que é de 1.385 m<sup>3</sup>/ano.

A região Nordeste tem PH média de 805 m<sup>3</sup>/ano, a Norte de 903 m<sup>3</sup>/ano, a Sudeste de 1.337 m<sup>3</sup>/ano, a Sul de 1.501 m<sup>3</sup>/ano e a Centro-Oeste de 1.619 m<sup>3</sup>/ano. Os maiores valores de PH estão situados principalmente na região Centro-Oeste e em alguns municípios da região Sudeste e Sul. Na região Sudeste, as maiores PHs foram encontradas nos Estados do Rio de Janeiro (1.398 m<sup>3</sup>/ano) e São Paulo (1.503 m<sup>3</sup>/ano), enquanto que na região Sul, tais valores são encontrados nos Estados do Rio Grande do Sul (1.542 m<sup>3</sup>/ano) e Santa Catarina (1.593 m<sup>3</sup>/ano) (Anexo I).

Os menores valores de PH de todo o país estão localizados nas regiões Nordeste e Norte, justamente em função do seu grau de desenvolvimento econômico e padrão de consumo menor do que nas demais regiões do país. Por outro lado, as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul têm PH maior por se destacarem na produção industrial e agrícola brasileira, bem como por ser grande exportador de água virtual para outros países através da fruticultura e produtos agrícolas, como milho e soja aumentando, assim, o consumo da água virtual por causa da exportação.

#### 4.2. Pegada hídrica masculina e feminina no Brasil

A PH do sexo masculino no Brasil (Figura 4) foi sempre superior a do sexo feminino (Figura 5) em todas as classes e grupos de consumidores. Os consumidores vegetarianos masculinos (Tabela 1) e femininos (Tabela 4) foram os que apresentaram a menor PH. As Tabelas de 1-6 exibem dados referentes aos gêneros masculino e feminino e contêm, menores PHs, como a cidade de Brasília ainda, informações relevantes sobre o hábito alimentar (vegetariano, consumidor moderado e alto

consumidor de carne) de cada uma das regiões brasileiras. Esses resultados indicam que PH aumenta de acordo com a renda familiar e diminui em função dos hábitos alimentares. Tal como para a PH nacional, a maior PH masculina está situada na região Centro-Oeste, com 1.600 m<sup>3</sup>/ano e a menor na região Nordeste com 860 m<sup>3</sup>/ano (Figura 4); enquanto que a feminina possui a sua maior PH também na região Centro-Oeste com 1.463 m<sup>3</sup>/ano e a menor na região Nordeste com 785 m<sup>3</sup>/ano (Figura 5). A razão pela qual a região Centro-Oeste possui uma maior PH é devido ao alto consumo de carne tanto pelos consumidores moderados como altos consumidores dos sexos masculino e feminino. Os consumidores femininos vegetarianos possuem maior PH da região Centro-Oeste, enquanto as maiores PHs dos consumidores masculinos estão localizados na região Sul (Tabelas 1 e 4). A razão disso está associada aos hábitos alimentares/consumo de água desses consumidores que é maior em função da oferta (Márcio Dionísio, Comunicação pessoal).

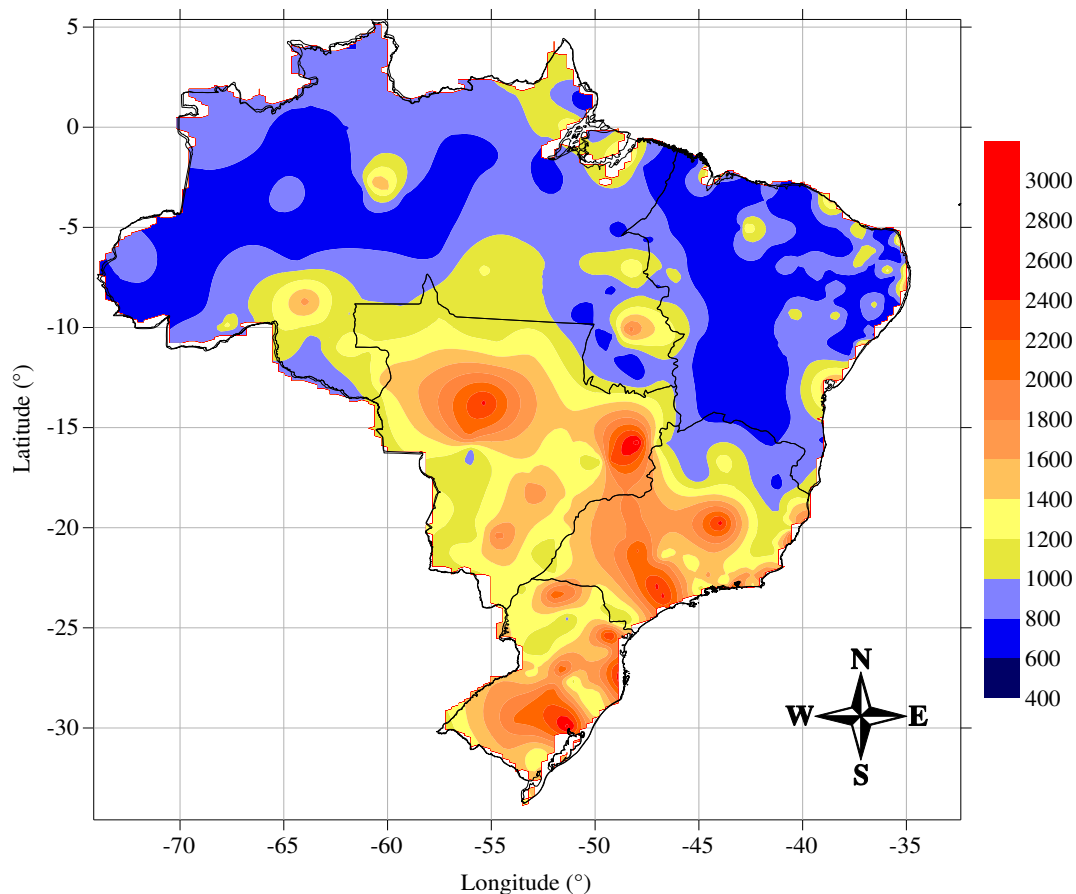


Figura 4. Distribuição espacial da pegada hídrica dos consumidores do sexo masculino no Brasil

A PH de um consumidor é dividida entre os componentes alimentos, indústria e doméstico (Tabelas 1 - 6). No componente indústria dos consumidores brasileiros não ocorreu variação dos gêneros masculino e feminino de consumo de carne, tendo eles  $60,8 \text{ m}^3/\text{ano}$ , porém entre os consumidores vegetarianos, o gênero masculino tem média de  $64,2 \text{ m}^3/\text{ano}$  que é superior ao do consumidor feminino, com  $58 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Isso ocorre basicamente porque o homem geralmente consome mais alimentos do que as mulheres. Independente do tipo de consumidor, ou seja, se ele é vegetariano ou carnívoro, masculino ou feminino, o valor do componente de uso doméstico de água permanece inalterado, com média de  $64,8 \text{ m}^3/\text{ano}$  para os consumidores masculinos e femininos do Brasil.

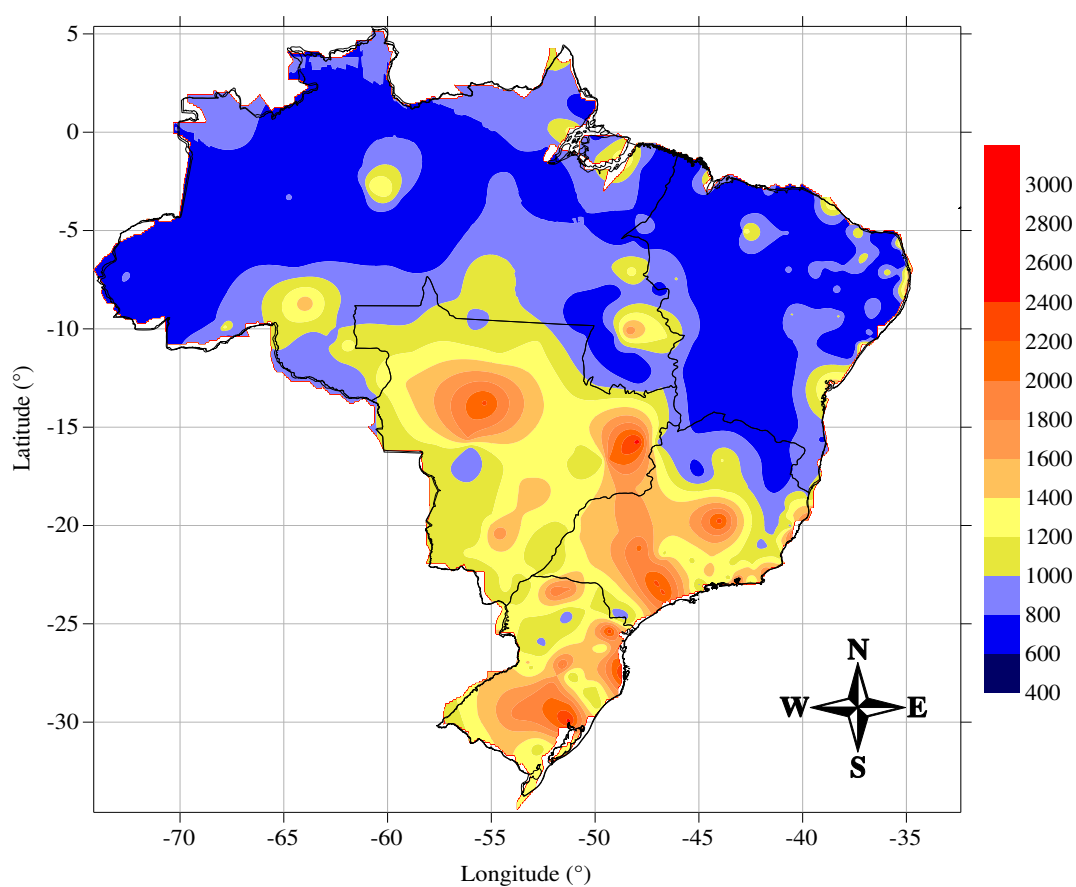


Figura 5. Distribuição espacial da pegada hídrica dos consumidores do sexo feminino no Brasil

Para análise dos alimentos que compõem a PH de um consumidor é feita uma divisão entre as seguintes categorias alimentícias: cereais, carne, vegetais, frutas, laticínios e outros (óleo vegetal, raízes, tubérculos, bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, estimulantes, etc). Na PH vegetariana dos gêneros

masculino e feminino, o consumo de carne não é levado em consideração, porém se observa um aumento compensador da ingestão de cereais e laticínios em relação aos médios e altos consumidores de carne vermelha de ambos os gêneros. Esse fato ocorre para compensar a dieta alimentar desses consumidores. A PH média dos consumidores masculinos vegetarianos do Brasil é de 21,08% maior do que a dos consumidores femininos vegetarianos. Neste grupo de consumidores vegetarianos ocorre um aumento de 38,16% do consumo de cereais em relação ao gênero masculino e de 34,46% em relação ao o gênero feminino. Na dieta alimentar dos vegetarianos a carne é substituída por outras fontes nutricionais. O consumo de vegetais dos consumidores masculinos é 11,62% maior que a dos consumidores femininos (Tabelas 1 e 4). O total de frutas ingeridas pelos consumidores femininos vegetarianos é de apenas 0,09% maior do que a dos consumidores masculinos vegetarianos. Por outro lado, a o componente dos laticínios ingeridos pelos consumidores masculinos vegetarianos é de 8,8% maior do que aqueles consumidos pelos consumidores femininos vegetarianos. Para o componente denominado de outros (óleo vegetal, raízes, tubérculos, bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, estimulantes etc), o grupos masculinos vegetarianos tem o consumo 10,45% maior do que o de femininos vegetarianos (Tabelas 1 e 4).

A PH média dos consumidores moderados de carne do sexo masculino é 9,5% maior do que consumidores femininos. O maior consumo desse item é na região Centro-Oeste com 765 m<sup>3</sup>/ano para os consumidores moderados de carne do sexo masculino (Tabela 2) e feminino com 692 m<sup>3</sup>/ano (Tabela 5). O consumo dos alimentos é maior no grupo de consumidores moderados de carne do sexo masculino do que do sexo feminino como pode ser visto a seguir: os cereais (2,2%), as frutas (6,8%), os laticínios (10,6%) e os outros (10,88%). Por outro lado, a redução do consumo de cereais e laticínios desse grupo ocorre devido a carne ter sido inserida nas refeições de forma moderada, ou seja, o consumo ocorre até três vezes por semana. Similarmente, a PH média dos altos consumidores de carne do sexo masculino é 9,4% maior do que dos consumidores femininos. O maior consumo desse item também se localiza na região Centro-Oeste com 956 m<sup>3</sup>/ano para os altos consumidores de carne do sexo masculino (Tabela 3) e de 865 m<sup>3</sup>/ano para o sexo feminino (Tabela 6). O consumo de alimentos continua sendo maior para os altos consumidores de carne do sexo masculino em quase todos os componentes, sendo eles: cereais (10,35%), vegetais (11,62%), laticínios (6,7%) e outros (8,2%), mas as frutas possuem os mesmos valores para ambos os tipos de consumidores que é de 65 m<sup>3</sup>/ano (Tabelas 3 e 6).

Tabela 1. Pegada hídrica (m<sup>3</sup>/ano) média dos consumidores masculinos vegetarianos em cada região do Brasil

Região	Componentes						Alimentos			
	Individuo	Alimentos	Indústria	Doméstico	Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Outros
Norte	856	763	39	53	371	0	8	40	226	117
Nordeste	818	734	50	50	363	0	8	34	217	113
Centro-oeste	1122	958	87	79	397	0	11	87	293	147
Sudeste	1018	883	67	68	389	0	10	64	242	136
Sul	1618	927	78	74	395	0	11	97	283	142
<b>Média</b>	<b>1086,4</b>	<b>853</b>	<b>64,2</b>	<b>64,8</b>	<b>383</b>	<b>0</b>	<b>9,6</b>	<b>64,4</b>	<b>252,2</b>	<b>131</b>

Tabela 2. Pegada hídrica (m<sup>3</sup>/ano) média dos consumidores moderados de carne do sexo masculino em cada região do Brasil

Região	Componentes						Alimentos			
	Individuo	Alimentos	Indústria	Doméstico	Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Outros
Norte	937	844	39	53	265	322	8	40	77	130
Nordeste	840	756	33	50	257	272	8	34	68	117
Centro-oeste	1726	1561	87	79	291	765	11	108	144	240
Sudeste	1415	1280	67	68	284	590	10	80	118	197
Sul	1597	1445	78	74	289	693	11	97	134	223
<b>Média</b>	<b>1303</b>	<b>1177,2</b>	<b>60,8</b>	<b>64,8</b>	<b>277,2</b>	<b>528,4</b>	<b>9,6</b>	<b>71,8</b>	<b>108,2</b>	<b>181,4</b>

Tabela 3. Pegada hídrica (m<sup>3</sup>/ano) média dos altos consumidores de carne do sexo masculino em cada região do Brasil

Região	Componentes						Alimentos			
	Individuo	Alimentos	Indústria	Doméstico	Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Outros
Norte	1032	939	39	53	265	401	8	40	77	145
Nordeste	921	837	33	50	257	339	8	34	68	129
Centro-oeste	1952	1786	87	79	291	956	11	108	144	275
Sudeste	1589	1454	67	68	284	737	10	46	118	224
Sul	1798	1646	78	74	289	864	11	97	134	253
<b>Média</b>	<b>1458,4</b>	<b>1332,4</b>	<b>60,8</b>	<b>64,8</b>	<b>277,2</b>	<b>659,4</b>	<b>9,6</b>	<b>65</b>	<b>108,2</b>	<b>205,2</b>

Tabela 4. Pegada hídrica (m<sup>3</sup>/ano) média dos consumidores femininos vegetarianos em cada região do Brasil

Região	Componentes						Alimentos			
	Individuo	Alimentos	Indústria	Doméstico	Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Outros
Norte	783	690	39	53	336	0	7	36	199	105
Nordeste	748	665	33	50	328	0	7	31	196	103
Centro-oeste	1031	865	87	79	359	0	10	98	265	133
Sudeste	934	799	53	68	352	0	9	73	242	123
Sul	990	839	78	74	357	0	10	87	256	129
<b>Média</b>	<b>897,2</b>	<b>771,6</b>	<b>58</b>	<b>64,8</b>	<b>346,4</b>	<b>0</b>	<b>8,6</b>	<b>65</b>	<b>231,6</b>	<b>118,6</b>

Tabela 5. Pegada hídrica (m<sup>3</sup>/ano) média dos consumidores moderados de carne do sexo feminino em cada região do Brasil

Região	Componentes						Alimentos			
	Individuo	Alimentos	Indústria	Doméstico	Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Outros
Norte	856	764	39	53	240	292	7	47	70	117
Nordeste	767	684	33	50	233	246	7	31	61	105
Centro-oeste	1574	1414	87	79	264	692	10	98	130	217
Sudeste	1293	1158	67	68	257	534	9	73	107	178
Sul	1459	1307	78	74	361	627	10	87	121	201
<b>Média</b>	<b>1189,8</b>	<b>1065,4</b>	<b>60,8</b>	<b>64,8</b>	<b>271</b>	<b>478,2</b>	<b>8,6</b>	<b>67,2</b>	<b>97,8</b>	<b>163,6</b>

Tabela 6. Pegada hídrica (m<sup>3</sup>/ano) média dos altos consumidores de carne do sexo feminino em cada região do Brasil

Região	Componentes						Alimentos			
	Individuo	Alimentos	Indústria	Doméstico	Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Outros
Norte	943	850	39	53	240	363	7	36	70	131
Nordeste	841	757	33	50	234	307	7	31	61	117
Centro-oeste	1782	1616	87	79	264	865	10	98	130	249
Sudeste	1450	1316	67	68	257	662	9	73	125	203
Sul	1644	1493	78	74	261	783	10	87	121	248
<b>Média</b>	<b>1332</b>	<b>1206,4</b>	<b>60,8</b>	<b>64,8</b>	<b>251,2</b>	<b>596</b>	<b>8,6</b>	<b>65</b>	<b>101,4</b>	<b>189,6</b>

#### 4.3. Distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e do rendimento médio *per capita* no Brasil

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) utilizado na pesquisa foi ano de 2000 que possuía as informações mais completas de todos os municípios do Brasil obtidos em PNUD (2013). De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o IDH varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 mais desenvolvido é o país. No cálculo do IDH são computados os seguintes fatores: educação (média de anos de estudos), longevidade (expectativa de vida da população) e Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*. A região Nordeste do Brasil possui o menor IDH do país que é de 0,6, enquanto que as regiões Norte e Centro-Oeste têm valores iguais de 0,7, enquanto as regiões Sudeste e Sul têm IDH de 0,8 (Figura 6).

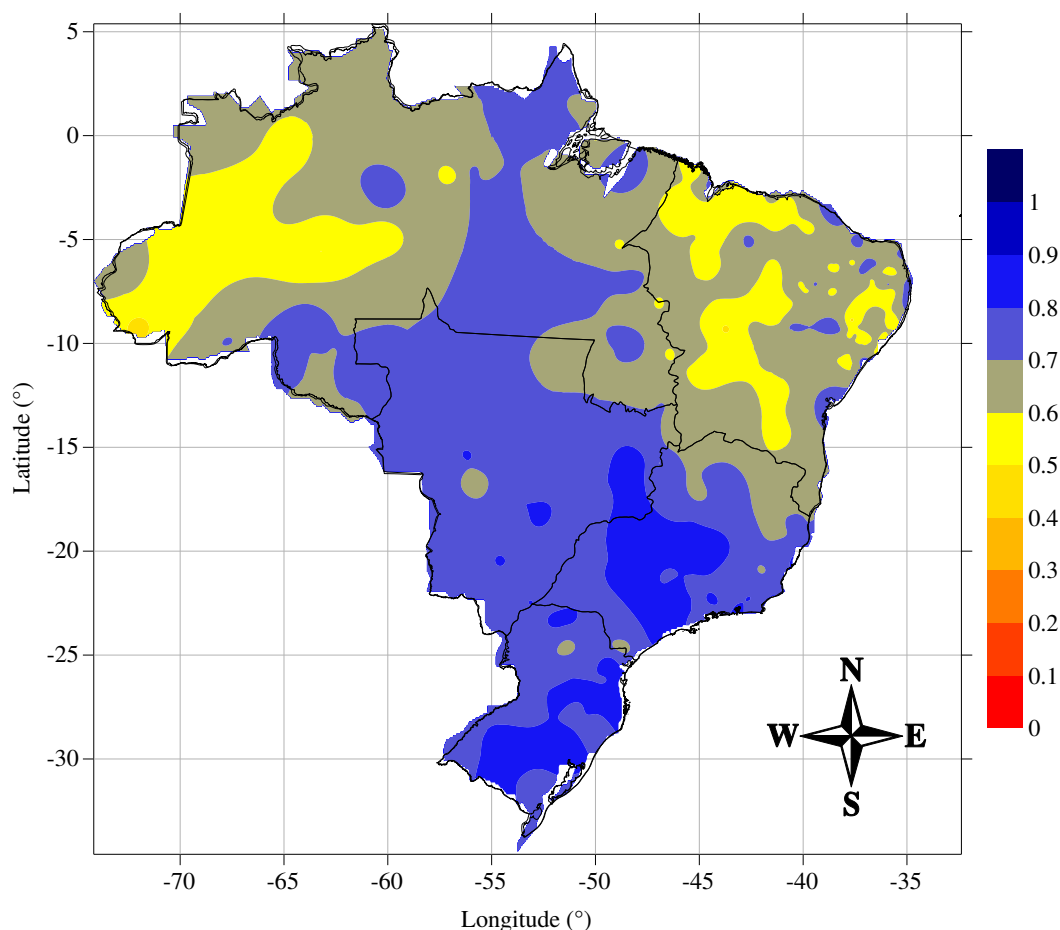


Figura 6. Distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) no Brasil. Dados de 2000



O maior IDH encontrado no país foi no município de Florianópolis, SC, com 0,875, que tem PH de 2617,2 m<sup>3</sup>/ano e o menor em Manari/PE de 0,467 e PH de 681 m<sup>3</sup>/ano, sendo esta a segunda menor PH e a primeira Serrano do Maranhão – MA com PH de 678,7 m<sup>3</sup>/ano. Portanto, percebe-se que existe uma estreita relação entre PH e IDH, ou seja, quanto mais desenvolvido o município, maior o consumo e, conseqüentemente, maior a PH. Os resultados dos indicadores sociais municipais do ano de 2000 ressaltam as desigualdades de renda que ainda existem no Brasil e como ainda são acentuadas, muito embora haja reajustes anuais no salário mínimo. Tomando como exemplo os valores do ano de 2010, com salário mínimo no valor de R\$ 550,00, cerca de 25% da população brasileira possuía renda *per capita* de R\$188,00 mensais e metade dos brasileiros com ganhos de R\$ 375,00 mensais (Sala de imprensa - IBGE, 2011). O nível de pobreza, nesse mesmo ano, era maior nos municípios de porte médio (de 10 a 50 mil habitantes). Outro fato que merece ser destacado é que boa parte das pessoas que residem no meio rural possuía rendimento *per capita* muito baixo, tendo 39% das pessoas vivendo com até ¼ do salário mínimo *per capita* e cerca de 66% com até ½ do salário mínimo *per capita*.

A Figura 7 exibe a média do rendimento *per capita* nas unidades federativas do Brasil, que varia de R\$ 141 a 1.404 mensais, tendo o Distrito Federal o maior rendimento, enquanto o menor se localiza no Estado do Maranhão, no município de Serrano do Maranhão. Todos os estados das regiões Nordeste e Norte, com exceção de Rondônia (R\$ 469,5), Amapá (R\$ 375) e Tocantins (R\$ 403,4), possuem habitantes com rendimento *per capita* na faixa de R\$ 265,1 a R\$ 375. Os demais Estados das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul possuem um rendimento médio *per capita* que varia de R\$ 524,4 a R\$ 1.404 mensais, sendo o menor rendimento no Estado de Minas Gerais.

#### 4.4. Componentes da pegada hídrica

Os valores dos componentes da PH foram determinados através da “Quick Calculator” da *Water Footprint Network*; obtendo-se, assim, os consumos de água em alimentos; uso doméstico e de bens industrializados. A contribuição da PH individual referente aos alimentos possui algumas categorias, como: cereais, carne, vegetais, frutas, laticínios e outros (óleo vegetal, raízes, tubérculos, bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, estimulantes, etc.), sendo todas utilizadas no cálculo da

PH total. Considerando que os resultados deste trabalho indica que a PH média do país é de 1.1073 m<sup>3</sup>/ano, esse valor foi tomado como um indicador se determinada localidade está ou não acima da PH média global do Brasil.

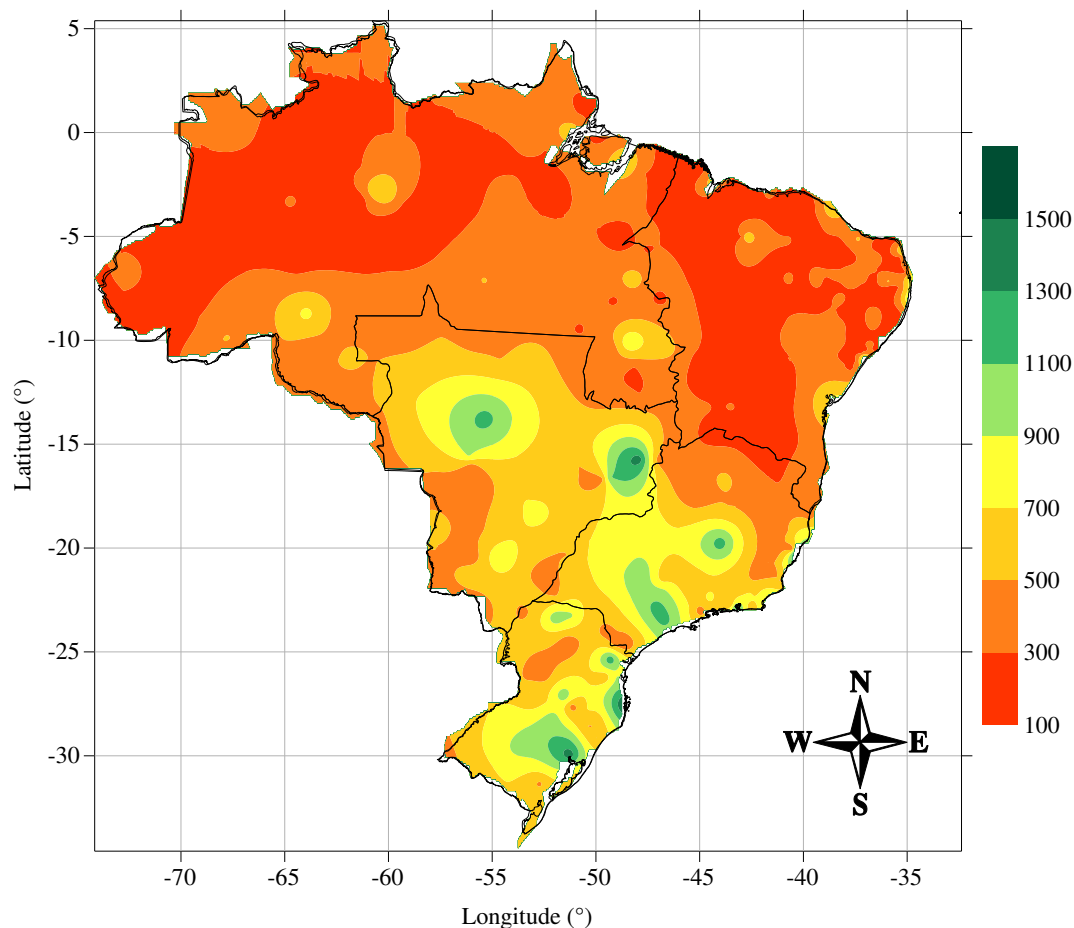


Figura 7. Distribuição espacial do rendimento médio *per capita* no Brasil

#### 4.4.1. Pegada hídrica dos alimentos

Os itens alimentícios analisados nesse componente da PH foram os cereais, carne, ovos, açúcar, vegetais e frutas, raízes, tubérculos e bulbo, café, chá, pois esses são os produtos mais consumidos pelos brasileiros. O consumo de alimentos remete à quantidade de água empregada e, portanto, o tipo de dieta alimentar pode diminuir/aumentar a PH, tornando-se mais sustentável, especificamente, com a redução do consumo de carne que é um dos maiores consumidores de água. Dessa maneira, um prato com batata e frango exige menos água do que um prato de arroz com bife bovino (Hoekstra & Hung, 2005). É possível estabelecer os pratos da região com os itens

alimentícios que mais existem naquela localidade; assim o consumo de água será bem menor (Giacomin & Ohnuma, 2012). Seguindo essa análise dos produtos alimentícios, merece destaque a diferença dos produtos naturais e industrializados, haja vista que a industrialização precisa de um maior volume de água para todo o processo da cadeia produtiva.

O consumo de alimentos é maior nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul (Figura 8) devido a maior renda familiar da sua população, que varia entre R\$ 1.404 (Distrito Federal) e 524,4 (Minas Gerais). A PH dos alimentos é 76,9% maior na região Centro-Oeste do que na região Nordeste em função basicamente da diferença entre as rendas familiares das duas regiões do país.

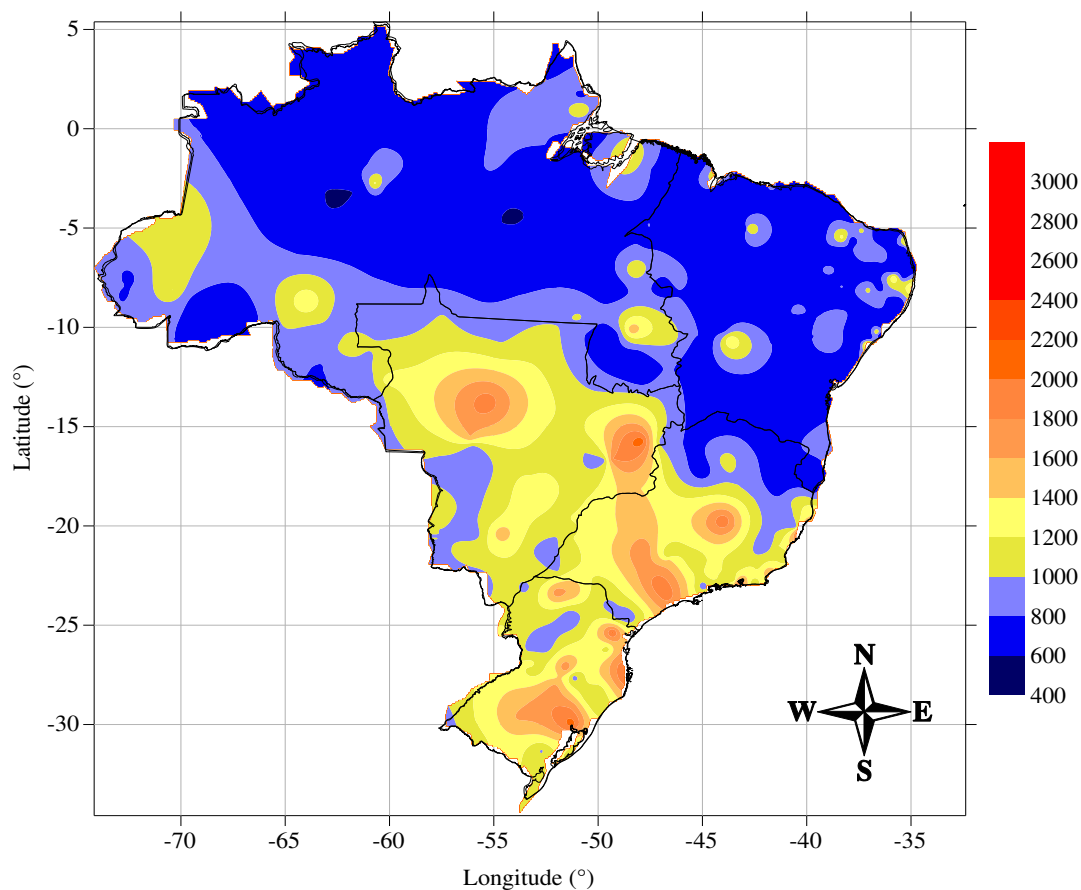


Figura 8. Distribuição espacial da pegada hídrica dos alimentos consumidos no Brasil

Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul a PH industrial é bem maior do que nas demais regiões, que corresponde uma diferença de 36,36% da região Sul para a região Nordeste. Com relação à PH doméstica, constatou-se um aumento de 72% na região Centro-Oeste em relação à região Nordeste (Tabela 7). Nesse particular, os municípios

de Brasília, Vitória - ES, Porto Alegre - RS e Florianópolis - SC, possuem as maiores PHs de alimentos, sendo 28,26% maior do que as menores PHs detectadas em 138 municípios com um consumo *per capita* de 644 m<sup>3</sup>/ano, dentre elas, a cidade de Brasília, AC (Anexo IV).

#### 4.4.2. Pegada hídrica de produtos industrializados

A PH de produtos industrializados nas diferentes regiões do Brasil evidencia mais uma vez que algumas áreas das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentam PH de produtos industrializados maior do que nas demais regiões do país. Esse componente se mostra muito acima dos dados apresentados por Hoekstra & Mekonnen (2012) em que a maior PH *per capita* da indústria do Brasil varia entre 120-160 m<sup>3</sup>/ano, que corresponde uma superestimativa de 40,81% (Figura 9). Por outro lado, de acordo com Hoekstra et al. (2009), a média mundial da PH do setor industrial é de 716 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/ano. O município de Florianópolis - SC, possui a maior PH industrial, sendo 875% maior do que a menor PH detectada no município de Serrano do Maranhão - MA com um consumo *per capita* de 16 m<sup>3</sup>/ano (Anexo IV).

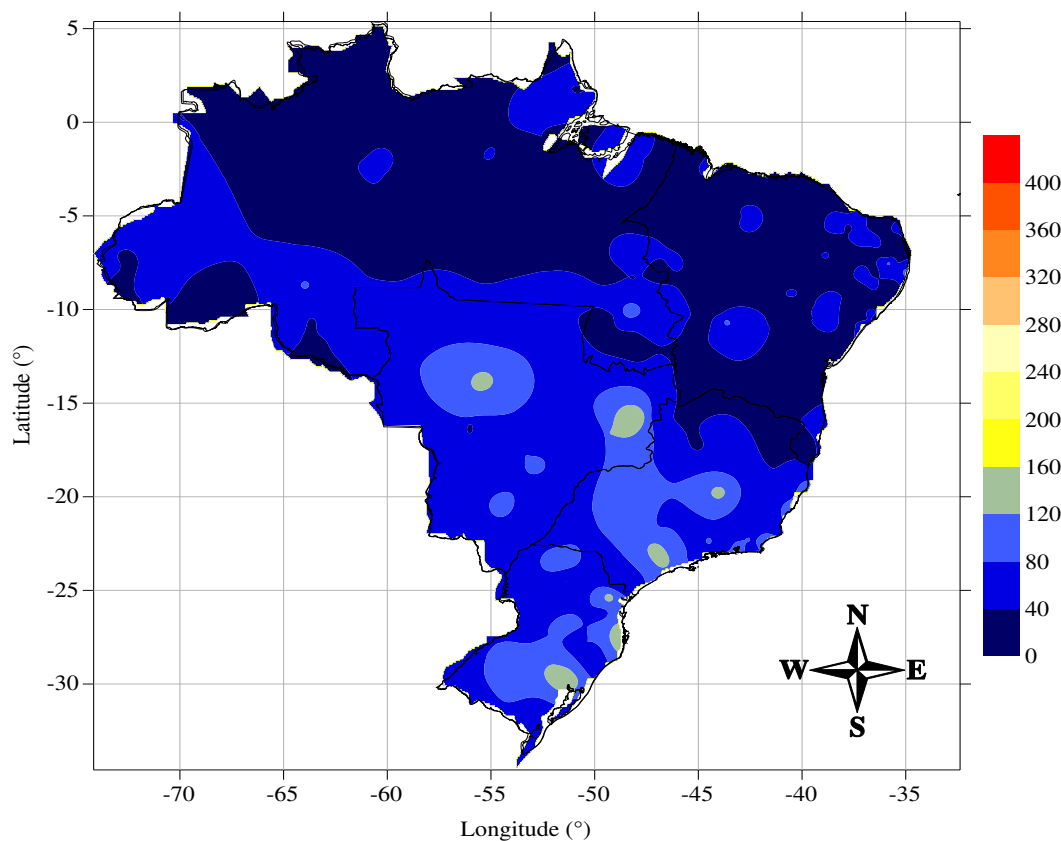


Figura 9. Distribuição espacial da pegada hídrica da indústria no Brasil

Tabela 7. Valores médios da pegada hídrica (PH, m<sup>3</sup>/ano) em cada região do Brasil

Regiões	Componentes da PH					Tipos de alimentos				
	PH	Alimentos	Indústria	Doméstico	Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Outros
Norte	903	808	39	53	286	235	8	38	120	124
Nordeste	805	738	33	50	278	194	7	32	111	114
Centro-Oeste	1619	1306	71	86	309	511	10	96	149	201
Sudeste	1337	1148	67	68	304	420	9	77	160	177
Sul	1501	1276	78	74	309	494	10	92	174	196

A influência nos altos valores da PH se dá devido ao consumo de água virtual contida nos produtos consumidos pelo país. Como exemplo, nos EUA a PH média de 1 kg de carne bovina consumida é 15.500 m<sup>3</sup>/ton, no Reino Unido é de 9.900 m<sup>3</sup>/ton, na Bolívia é de 1,3 vezes a média global (Tabela 8). De acordo com Mekonnen & Hoekstra (2010), PH de qualquer produto de origem animal é maior do que a de um produto agrícola; como exemplo, comparando-se dois produtos de origem animal equivalentes se obtém os seguintes valores: para um litro de leite de soja produzido na Bélgica a PH é de 300 litros de água, já para o leite de vaca é 3 vezes maior. O hambúrguer de soja de 150 g produzido na Holanda consome cerca de 160 litros de água, já o hambúrguer de carne é quase 15 vezes maior (Ercin et al., 2011). Desse modo, é possível afirmar que 27% da PH de um consumidor está relacionada com a fabricação de produtos de origem animal e apenas 4% para o uso em sua residência (Hoekstra & Mekonnen, 2012). Assim, se um consumidor desejar diminuir a sua PH deve selecionar melhor os produtos que vão compor sua dieta alimentar em vez de se preocupar apenas com o uso de água na cozinha, banheiro, jardim, dentre outros itens bastante conhecidos pela população.

Tabela 8. Relação entre consumo de carne e pegada hídrica da carne de alguns países do mundo

Países	Consumo de carne (kg/pessoa/ano)	PH da Carne (m <sup>3</sup> /ton)
EUA	43	15.500
Brasil	32	19.400
México	23	17.500
Reino Unido	18	9.900
Ucrânia	10	12.600
China	5	13.700
Bolívia	12	77.000
Média Mundial	9	15.400

Fonte: Hoekstra & Mekonnen (2012)

#### 4.4.3. Pegada hídrica de uso doméstico

A Figura 10 exibe a PH de uso doméstico no Brasil e destaca que o consumo de água doméstico não é alto no país, variando de 41 – 125 (10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/ano). De acordo com Hoekstra et al. (2009), a média mundial da PH no setor doméstico é de 344 (10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/ano). É possível observar que as maiores PHs de uso doméstico estão situadas também nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. A diferença das PHs de maior e menor consumos

de água no país é de 304,87% (Anexo III). Nesse particular, o município de Florianópolis – SC possui a maior PH de uso doméstico, sendo 4,87% maior do que as menores PHs detectadas em 4 municípios com um consumo *per capita* de 41 m<sup>3</sup>/ano, dentre elas, a cidade de Serrano do Maranhão, MA (Anexo IV). A PH média brasileira, relacionada à produção agrícola e industrial, bem como de abastecimento doméstico de água doce durante o período de 1996-2005, foi de 9.087 Gm<sup>3</sup>/ano (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

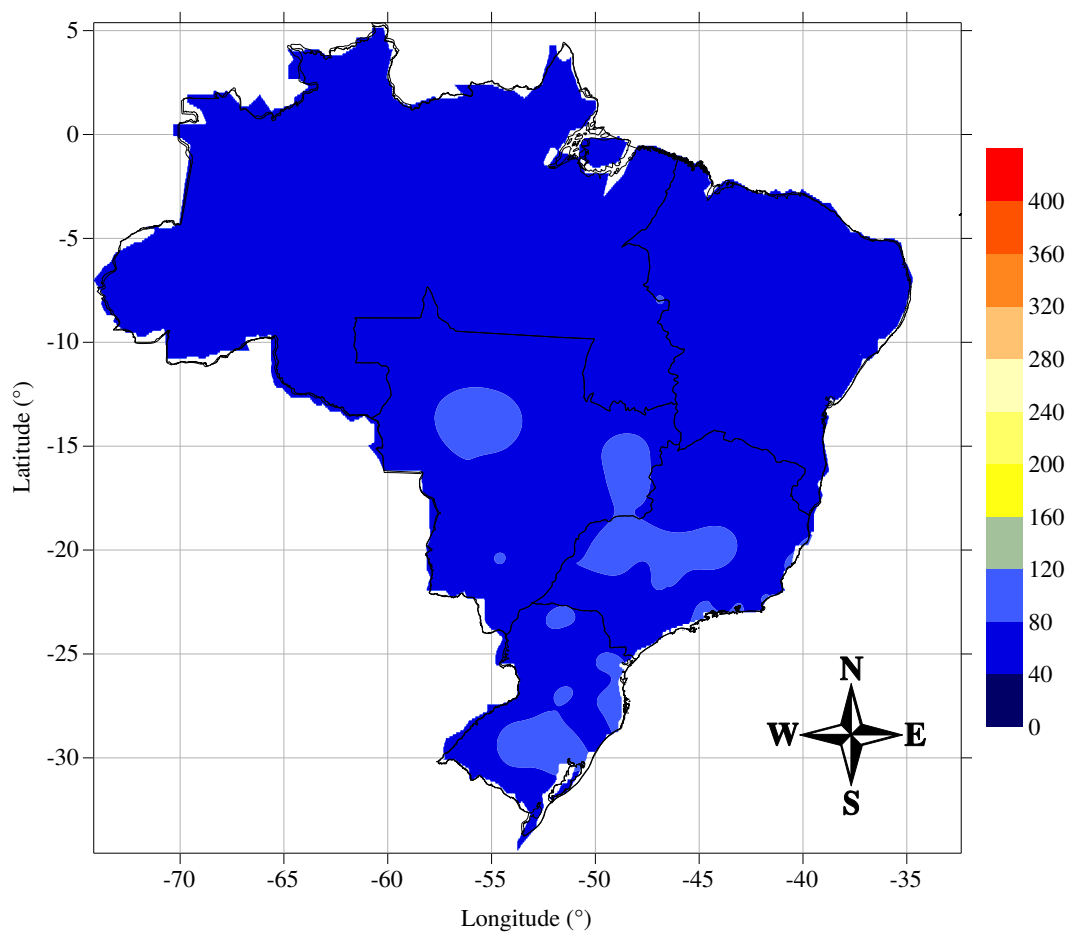


Figura 10. Distribuição espacial da pegada hídrica de uso doméstico no Brasil

O setor com maior consumo de água é o agrícola, que responde por 92% do consumo de água total no planeta, ultrapassando o setor industrial com apenas 4,4% e o doméstico com 3,6%. Logo, o tamanho da PH global é influenciado principalmente pelo consumo dos alimentos e produtos agrícolas (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

#### 4.4.4. Pegada hídrica das categorias dos alimentos

##### 4.4.4.1. Pegada hídrica dos cereais

Na Figura 11 é possível observar que as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul também possuem PH maior de cereais em relação às outras regiões brasileiras. A razão disso está associada às importações/exportações desses produtos para outros estados e países, utilizando assim, um volume maior de água virtual. Nesse particular, os municípios de Florianópolis, Vitória e Porto Alegre, possuem as maiores PHs de cereais, sendo 22,14% maior do que as menores PHs detectadas em 136 municípios com um consumo *per capita* de 271 m<sup>3</sup>/ano, dentre elas, a cidade de Brasília, AC (Anexo IV).

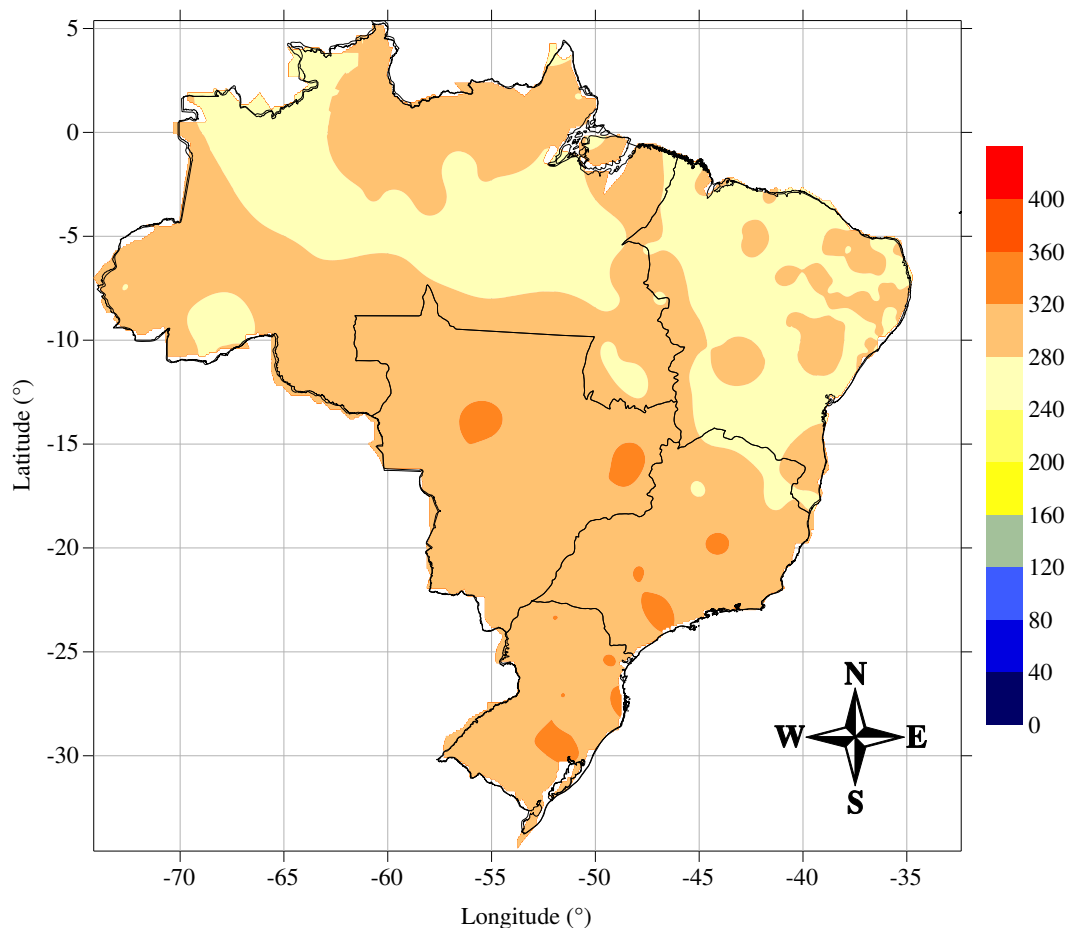


Figura 11. Distribuição espacial da pegada hídrica dos cereais no Brasil

Para se explicar a grande participação do setor agrícola no consumo de água deve ser destacada a irrigação como sendo uma alternativa estratégica para o aumento



da oferta de produtos agrícolas. De acordo com Telles (1999), no período de 1992 a 2002 ocorreu um crescimento de 8% da área irrigada no Brasil. Entretanto, não existe um manejo racional de irrigação e por essa razão o produtor rural acaba utilizando mais água do que necessita aumentando, assim, a sua PH. De acordo com esse estudo, as regiões Sul e Sudeste utilizam a irrigação com pouco cuidado na mensuração do volume de água; já a região Nordeste tem grande dificuldade com a produção e criação dos rebanhos devido à falta de água; por essa razão a irrigação se torna obrigatória quando se deseja altos índices de produtividade.

Segundo Pimentel (2004), a alimentação dos rebanhos com a ração que é produzida a partir de grãos são grandes demandantes de água, como por exemplo: soja (2.000 l/kg), arroz (1.600 l/kg), milho (650 l/kg), batata (630 l/kg), ou seja, ocorre um uso elevado de água na produção de alimentos. É importante destacar que o grupo dos cereais consumido pelos brasileiros possui uma elevada exigência hídrica. Também deve ser destacado que a população com renda *per capita* menor tem um alto consumo de cereais/grãos, diminuindo, assim, o consumo de carne vermelha por causa do preço elevado. Desse modo, as consequências do aumento da produção e exportação de produtos agrícolas consolida a posição estratégica do Brasil dentro da economia internacional, mas ele se torna um grande exportador de água, comprometendo, desse modo, as reservas de água doce no país (Resende Neto, 2011).

#### 4.4.4.2. Pegada hídrica da carne

A análise da pesquisa relacionada à PH do consumo de carne foi feita baseada no consumo de carne bovina, suína e avícola. Na Figura 12 é possível observar que as maiores PHs da carne estão situadas também nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, tendo algumas cidades apresentado consumo bastante elevado se comparadas aos demais municípios analisados. Os municípios de Florianópolis, Porto Alegre, Vitória e Brasília, por exemplo, possuem as maiores PHs de carne, sendo em média 684,61% maior do que os municípios com as menores PHs de 128 municípios com consumo *per capita* de 143 m<sup>3</sup>/ano, dentre elas, a cidade de Brasiléia, AC (Anexo IV).

Os dados de Mekonnen & Hoekstra (2010b) indicam que as PH da carne bovina, suína e avícola são, respectivamente, 15.500 L/kg, 5.988 L/kg e 4.325 L/kg. Por outro lado, de acordo com Hoekstra (2011), no manual da PH, para se produzir 1kg de carne

bovina são necessários 15.500 L/kg/carne. É importante destacar que o sistema produtivo padrão passa pelo seguinte processo: sistema industrial, que leva em média 3 anos para que o animal seja abatido e produzir 200 kg de carne, mas até chegar esse período, o animal consome 1.300 kg de grãos, 7.200 kg de volumosos, 24 m<sup>3</sup> de água para beber e 7 m<sup>3</sup> de água para serviços; Assim, para produzir um quilograma de carne são necessários 6,5 kg de grãos, 36 kg de volumosos e 155 litros de água. Chapagain & Hoekstra (2003; 2004) reforçam que os valores obtidos com o cálculo da PH da carne em diferentes países não devem ser comparados, devido o entendimento que o valor da PH está relacionado à oferta hídrica da região produtora.

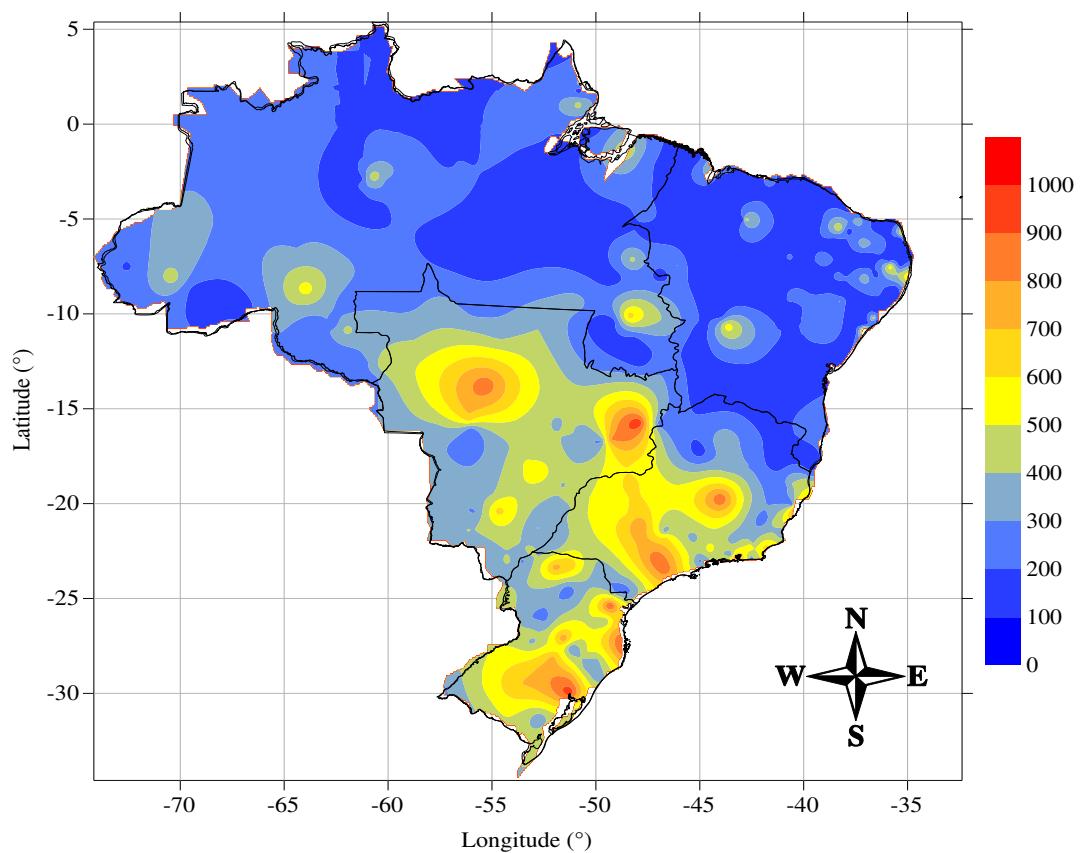


Figura 12. Distribuição espacial da pegada hídrica da carne no Brasil

#### 4.4.4.3. Pegada hídrica dos vegetais

A Figura 13 evidencia que os maiores consumidores de vegetais estão localizados nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul e, ainda, que a PH desses produtos no Brasil não é alta. É possível observar que o maior consumo desse produto é no Distrito Federal e que 96% dos estados se encontram abaixo da média brasileira de consumo de vegetais.

Os vegetais se destacam por possuir PH bastante reduzida em relação às carnes, visto não utilizarem grandes quantidades de água ao longo de seu ciclo vegetativo, sendo as necessidades hídricas do coentro, por exemplo, em torno 330 mm, cujo ciclo é em torno de 40 dias (Silva et al. 2013). No que se refere à PH dos tubérculos e vegetais, é possível observar a quantidade de água necessária para sua produção, sendo necessário um acréscimo de 20,18% de água para os tubérculos em relação aos vegetais. Os municípios de Campinas (SP), São Paulo, Florianópolis, Porto Alegre (RS), Rio de Janeiro (RJ), Curitiba, Belo Horizonte, Santa Rita do Trivelato, Vitória e Brasília, possuem PH dos vegetais 200% da maior do que PH média dos 138 municípios com as menores PHs, como a cidade de Brasiléia (AC) com consumo *per capita* de 7 m<sup>3</sup>/ano (Anexo IV).

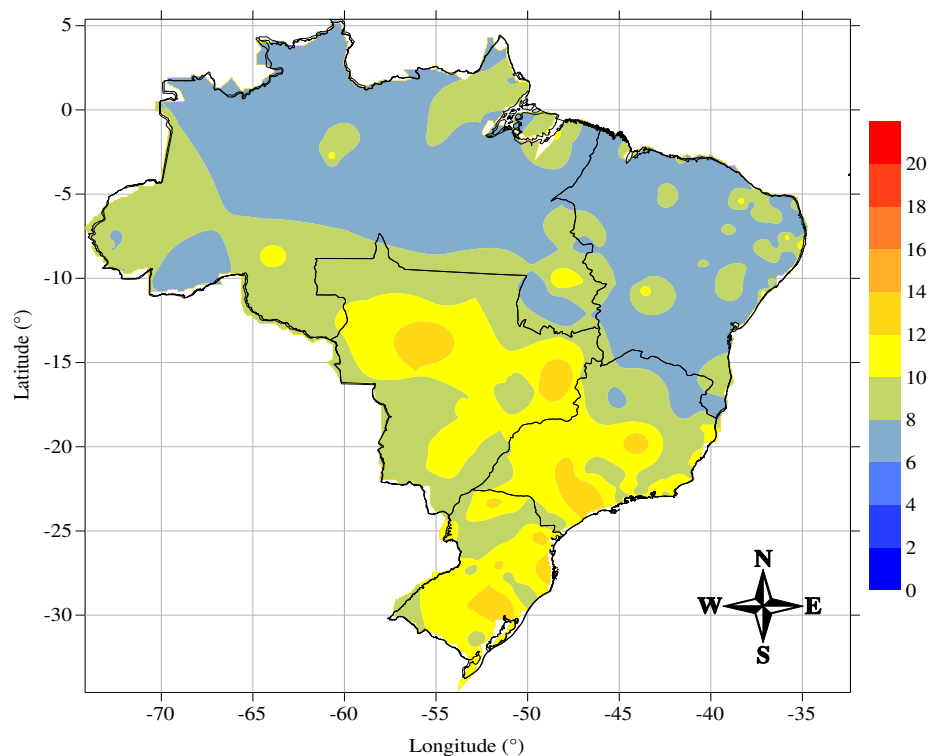


Figura 13. Distribuição espacial da pegada hídrica dos vegetais no Brasil

#### 4.4.4.4. Pegada hídrica das frutas

Na Figura 14, que é referente às frutas, é possível observar que o Distrito Federal (Brasília), Vitória (ES), Porto Alegre (RS) e Florianópolis (SC) possuem os maiores consumidores de frutas do país, dentre as demais cidades brasileiras. As menores PHs foram detectadas em 138 municípios com consumo *per capita* de 24 m<sup>3</sup>/ano, dentre elas

a cidade de Brasília, AC (Anexo IV). Apenas 18,23% das cidades brasileira possuem um consumo de frutas com PH acima de 80 m<sup>3</sup>/ano e estão localizadas nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. A discrepância entre o mais baixo e mais alto estado consumidor de frutas no país é tanta que as cidades com maior consumo têm PHs 825% maior do que as cidades com menor consumo, como Brasília, AC.

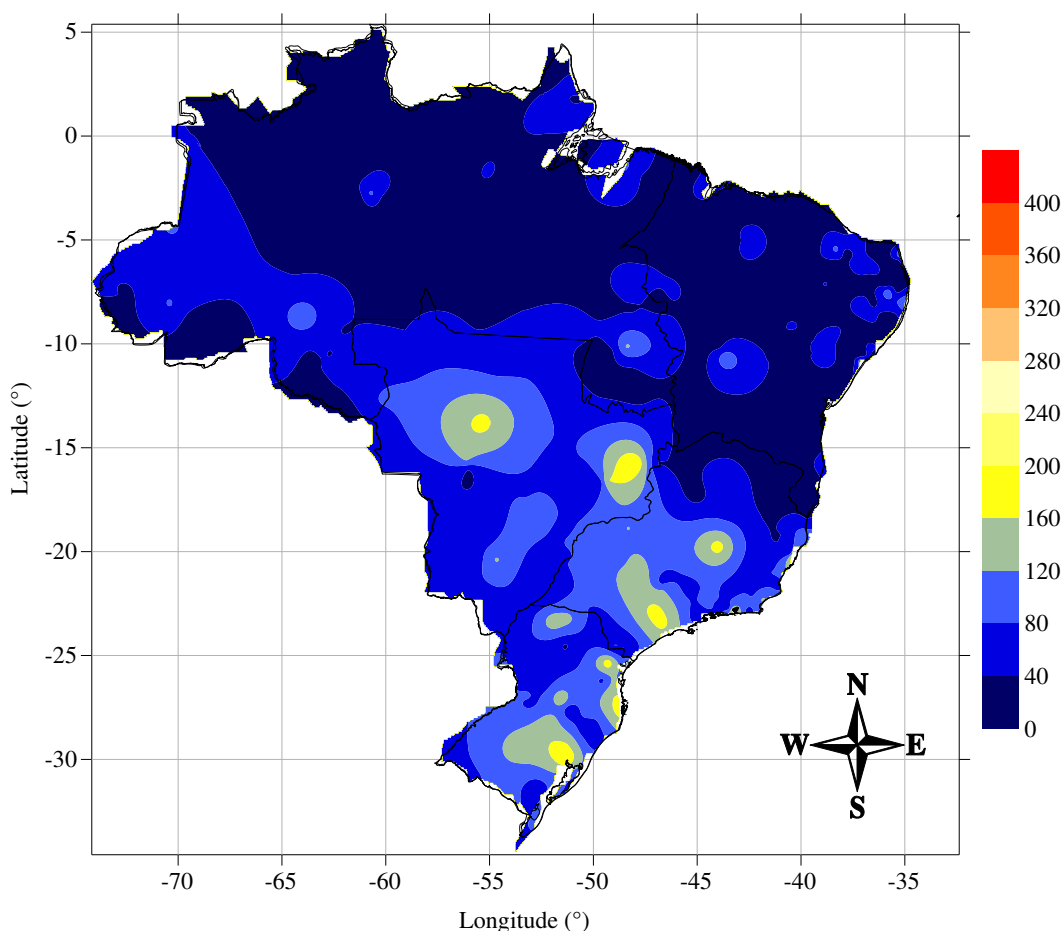


Figura 14. Distribuição espacial da pegada hídrica das frutas no Brasil

#### 4.4.4.5. Pegada hídrica dos laticínios

A Figura 15 evidencia que a PH dos laticínios das cidades de Florianópolis (SC), Vitória (ES), Porto Alegre (RS) e Brasília (DF) possuem maior consumo de laticínios no Brasil, com média de 266 m<sup>3</sup>/ano; enquanto que as menores PHs foram localizadas nas cidades de Paranaíba (TO), Santa Rosa do Tocantins (TO), Campos Lindos (TO), Itaguatins (TO), Juarina (TO) e Pium (TO), com PH média de 86 m<sup>3</sup>/ano (Anexo IV). O maior

consumo de laticínios está localizado nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul com algumas ocorrências pontuais em algumas regiões do país. Apenas 21,93% dos municípios brasileiros têm um consumo entre 160-266 m<sup>3</sup>/ano; enquanto a cidade de Florianópolis, SC possui uma PH de laticínios de 309,30% maior do que a PH do mesmo produto da cidade de Pium (TO).

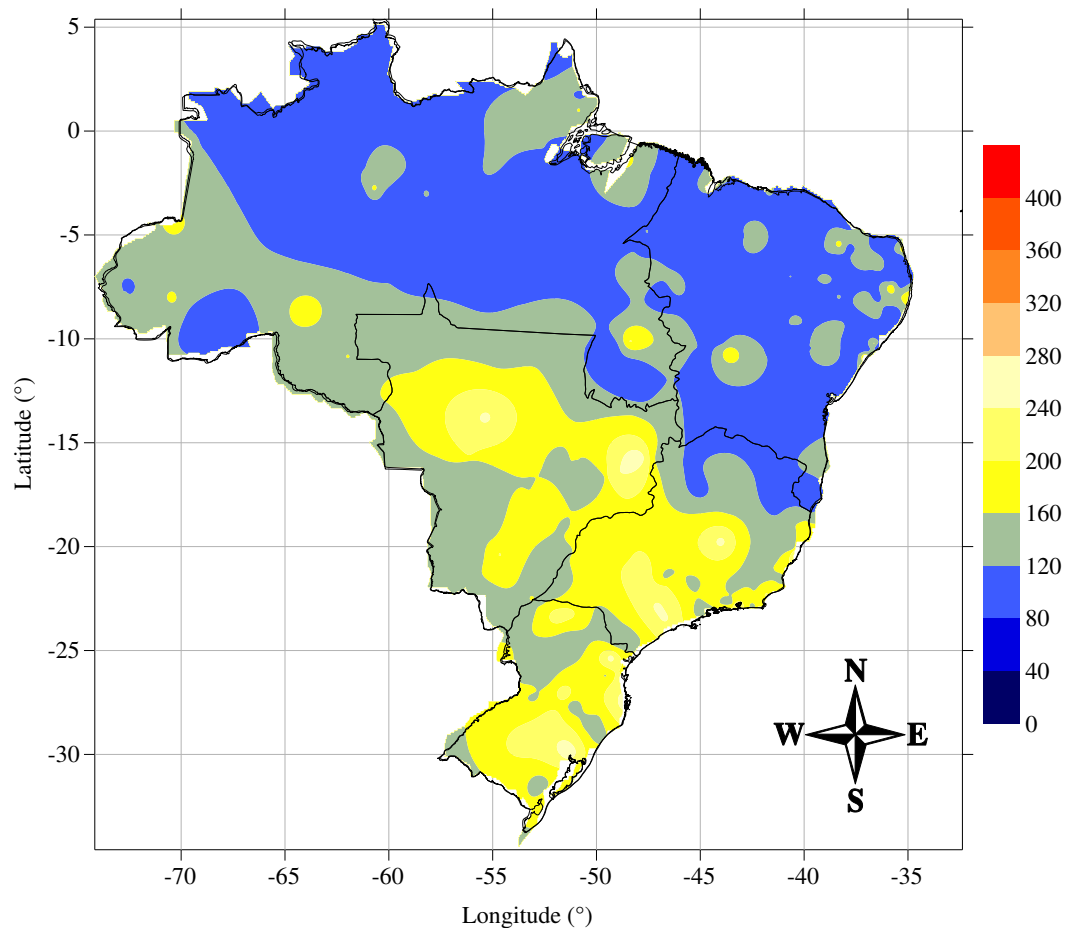


Figura 15. Distribuição espacial da pegada hídrica dos laticínios no Brasil

#### 4.4.4.6. Pegada hídrica de outros itens

Os itens alimentícios classificados como “outros itens são” na *Water Footprint Network* os seguintes: óleo vegetal, amido, raízes, tubérculos e bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, nozes, estimulantes (café, chá, cacau), tal como sugerido por Hoekstra (2005). Nesse sentido, a Figura 18 evidencia que as cidades de Florianópolis (SC), Brasília (DF), Vitória (ES) e Porto Alegre (RS) também se

destacam por terem maior consumo desses itens com PH média de 326 m<sup>3</sup>/ano. Por outro lado, 138 municípios (39,31% do total) possuem o menor consumo, com PH média de 99 m<sup>3</sup>/ano (Anexo IV). Entretanto, em 31,05% das cidades brasileiras se encontram as maiores PHs no intervalos entre 160-326 m<sup>3</sup>/ano. A predominância das mais altas PH do consumo desses itens, que varia entre 280-326 m<sup>3</sup>/ano, está localizada nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, com alguns valores isolados entre 160-240 m<sup>3</sup>/ano. Desse modo, os municípios com mais alto consumo possuem PH média dos “outros itens” 329,29% maior do que àqueles municípios com os menores consumos.

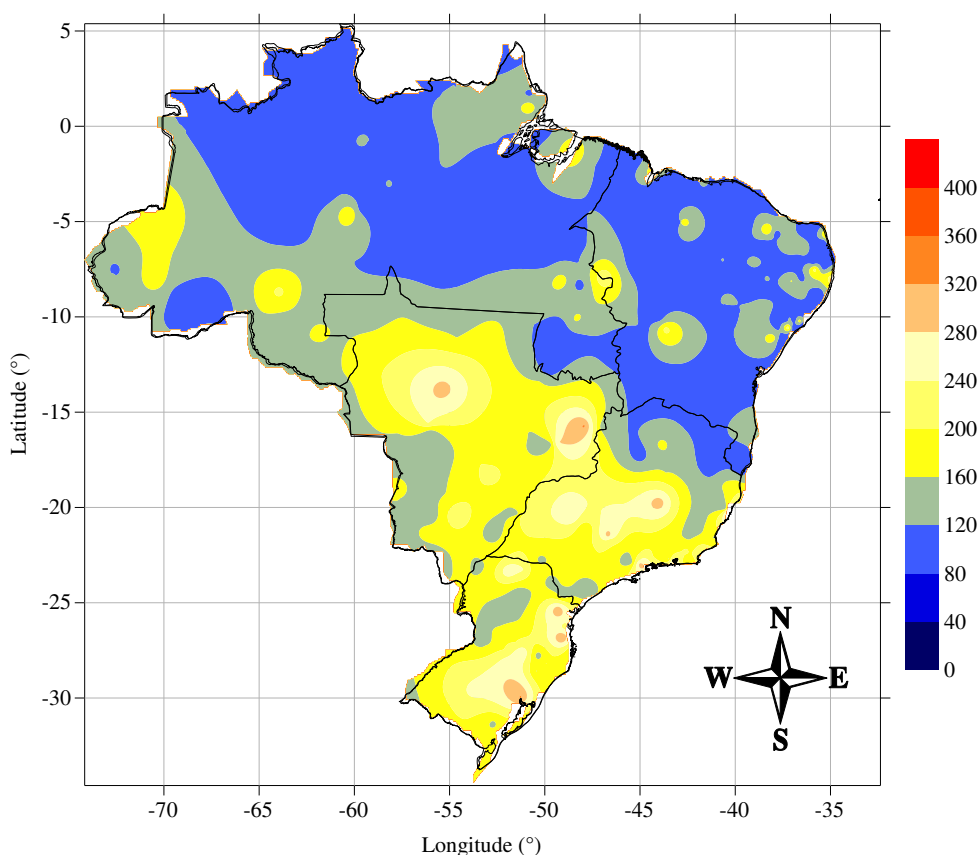


Figura 16. Distribuição espacial da pegada hídrica de “outros itens” no Brasil

#### 4.5. Comparação entre pegada hídrica e os indicadores sociais

As Figuras 17, 18 e 19 exibem as regressões lineares entre PH e IDH, a renda familiar e IDH e a PH com a renda familiar, respectivamente. Constata-se elevada correlação entre PH e renda familiar com coeficiente de determinação de 0,984 (Figura 19). Por outro lado, as relações entre IDH e PH (Figura 17), e o IDH e a renda familiar (Figura 18) apresentam coeficientes de correlações, acima de 0,64, que também são estatisticamente significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t-Student.

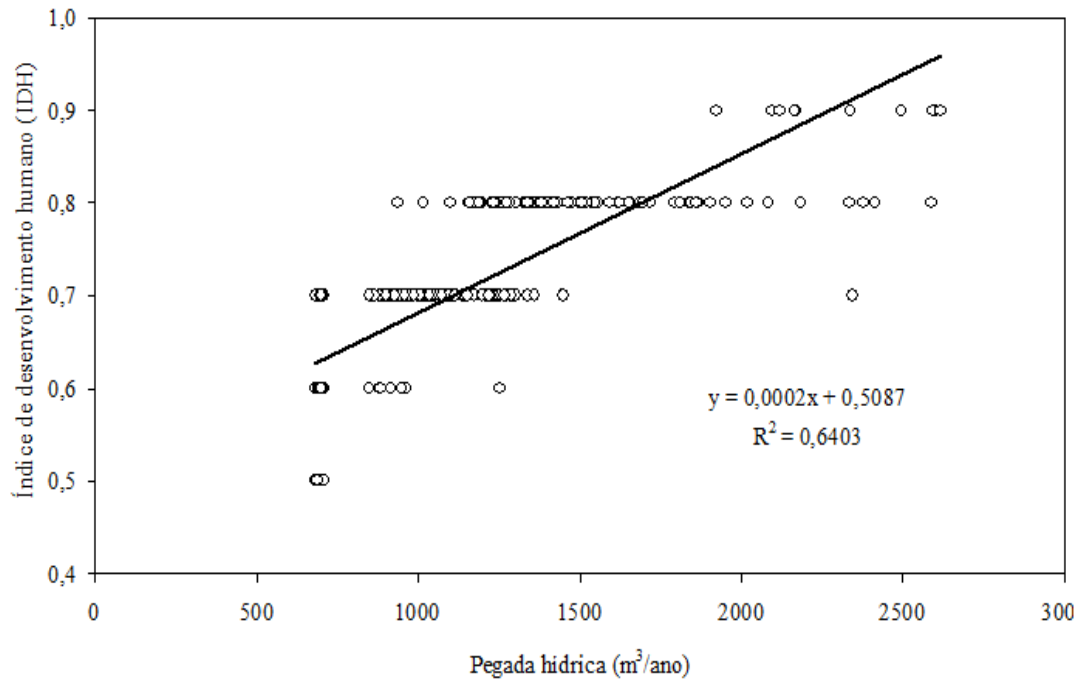


Figura 17. Comparação entre a pegada hídrica e o índice de desenvolvimento humano (IDH) no Brasil (n = 351)

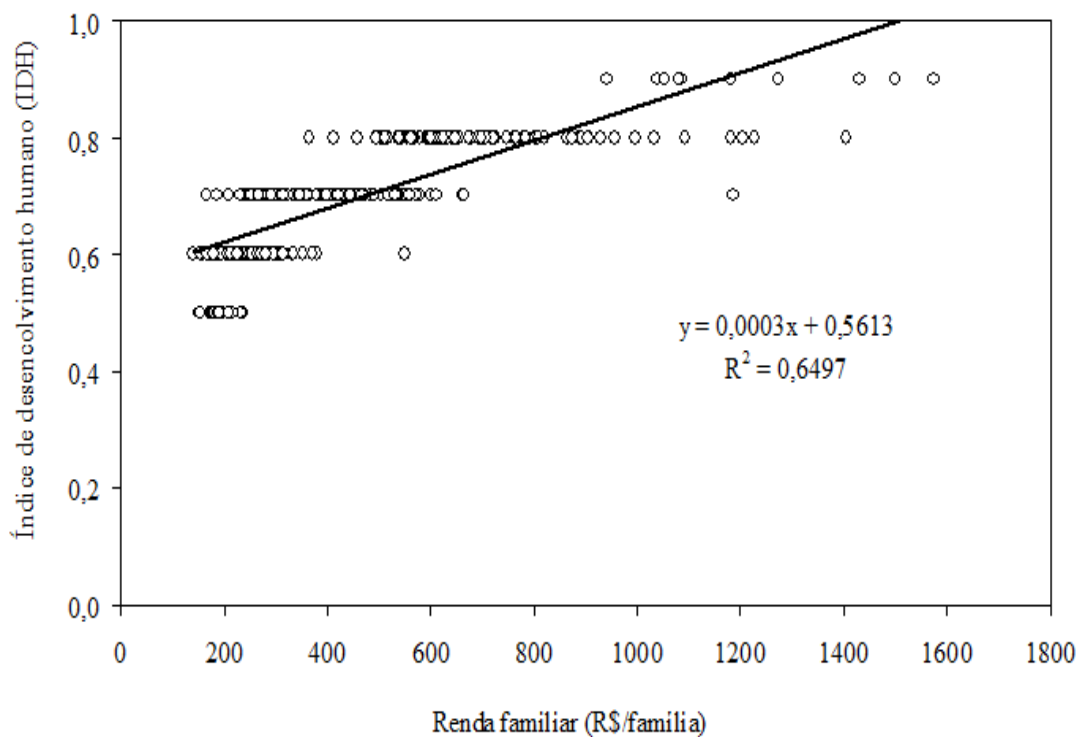


Figura 18. Comparação entre índice de desenvolvimento humano (IDH) e a renda familiar no Brasil (n = 351)

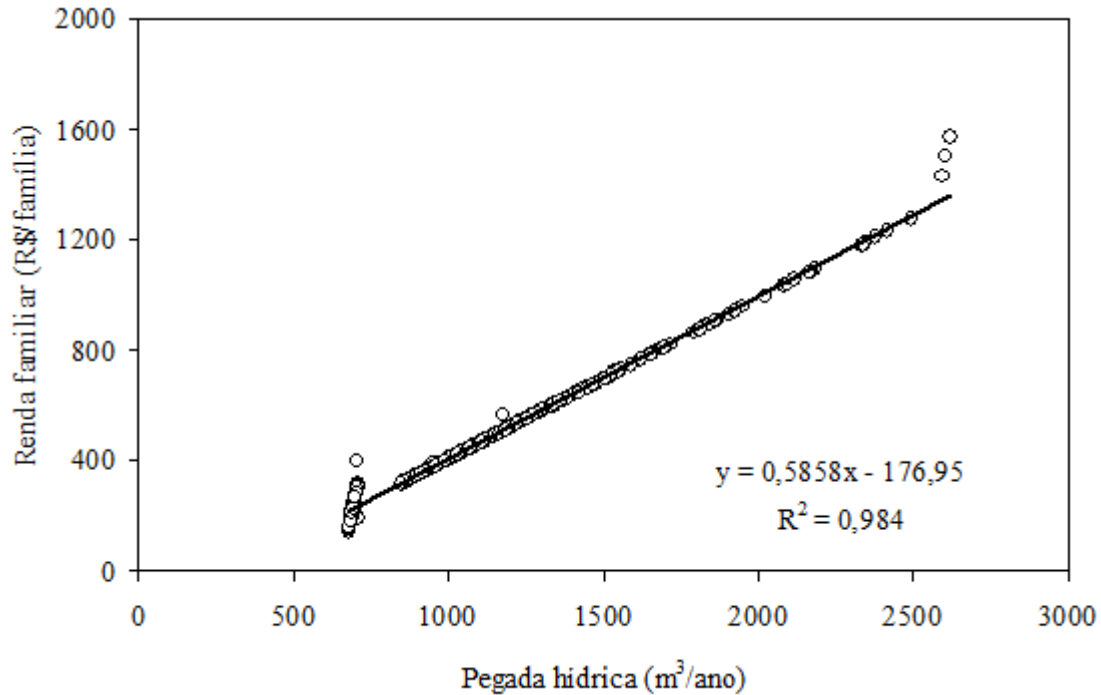


Figura 19. Comparação entre a pegada hídrica e a renda familiar no Brasil (n = 351)

A PH dos municípios brasileiros aumenta linearmente com a renda familiar e o IDH. A renda familiar anual no Brasil interfere diretamente na PH, em face da água virtual acumulada nos bens e serviços ser diretamente proporcional aos hábitos de consumo da população.

Os resultados aqui apresentados permitem inferir que a PH da população brasileira pode ser minimizada através da mudança dos hábitos alimentares, bem como através da redução de consumo de produtos que envolvam a importação de água virtual; e, ainda, que grande parte da população desconhece os impactos dos hábitos alimentares sobre os recursos hídricos e ao meio ambiente. Nesse sentido, Chapagain & Orr (2009) destacam que a PH se torna sustentável se o sistema em que a água for extraída for bem gerenciado, através da utilização conscientizada do consumidor. A conscientização e a sensibilização das comunidades, das indústrias e dos agricultores, através de projetos ambientais de redução de consumo de água abordada pela mídia, corresponde a apenas 8% da PH total (Chapagain & Orr, 2009). Nas cidades em desenvolvimento, a PH pode variar muito devido aos variados critérios de gestão e consumo de água.



## 5. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi feito uma pesquisa em todo o território nacional sendo analisado um total de 351 municípios das cinco regiões do Brasil observando as diversidades regionais e sociais que permitiram concluir que a metodologia da PH é uma ferramenta adequada para se avaliar o uso consuntivo de água da população brasileira, fornecendo subsídios que formam a base para a formulação de novas estratégias de gestão da água. Existe uma disparidade entre os valores da PH no Brasil devido as diferenças do desenvolvimento econômico nas diferentes regiões do país.

As cidades brasileiras que possuem maior renda *per capita* têm alto padrão de consumo e, portanto, maior PH que também é justificada pelo conteúdo de água virtual acumulada nos bens e serviços. O maior IDH encontrado na pesquisa foi em Florianópolis, SC de 0,875, enquanto o menor foi em Manari, PE de 0,467. A PH da população brasileira aumenta em função da renda familiar e diminui de acordo com os hábitos alimentares. Por outro lado, o baixo rendimento e produtividade na produção agrícola, também provocado pelos baixos índices pluviométricos da região Nordeste, contribui para a redução da PH. Desse modo, faz-se necessário reduzir o consumo de água e orientar o consumidor das regiões onde os recursos hídricos são escassos a importância da economia de água. Os consumidores do sexo masculino sempre tiveram PH superior aos consumidores do sexo feminino em todas as classes e grupos. Os consumidores vegetarianos dos gêneros masculino e feminino possuem uma pegada hídrica dos cereais e laticínios maior do que os moderados e altos consumidores de carne vermelha em todo o Brasil.

A PH total do Brasil estimada por Hoekstra (2011) superestima em 202% o valor encontrado neste estudo que foi de 1.107 m<sup>3</sup>/ano para todo o país. A unidade federativa com maior PH foi o do Distrito Federal com 2.588 m<sup>3</sup>/ano e a menor o Estado da Bahia com 751 m<sup>3</sup>/ano. A cidade com maior PH no Brasil é Florianópolis, SC, com 2.617,2 m<sup>3</sup>/ano e a menor é Serrano do Maranhão, MA, com 678,8 m<sup>3</sup>/ano. Os maiores valores da PH e demais componentes da pegada hídrica no Brasil estão situados principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul e os menores nas regiões Nordeste e Norte, dentre eles a maior pegada hídrica está situada na região Centro-Oeste e a menor na região Nordeste. No Brasil, a pegada hídrica masculina é sempre maior que a feminina destacando a maior delas na região Centro-Oeste com 1.600 m<sup>3</sup>/ano e a menor na região

Nordeste com 860 m<sup>3</sup>/ano. A maior pegada hídrica feminina ocorreu também na região Centro-Oeste com 1.463 m<sup>3</sup>/ano e a menor com 785 m<sup>3</sup>/ano na região Nordeste. A comparação entre a pegada hídrica e os indicadores sociais apresentou um coeficiente de determinação de 0,984 que é estatisticamente significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t-Student.

A PH da população brasileira pode ser reduzida através da mudança dos hábitos alimentares, bem como através da redução de consumo de produtos que envolvam a importação de água virtual. A premissa que deve ser usada para a redução da PH é reduzir os impactos de água nos produtos através de ações ambientais como a educação ambiental, de forma que as comunidades e os consumidores conheçam a PH dos produtos que consomem com vistas à redução do consumo de água virtual e assim poder fazer escolhas de produtos com menor impacto no meio ambiente. Neste sentido, os estudos globais sobre PH nos diversos setores da atividade humana são relevantes no contexto atual, em que os recursos hídricos são bens preciosos e se tornam cada vez mais escassos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldaya, M. M., Muñoz, G., Hoekstra, A. Y. Water footprint of cotton, wheat and rice in central Asia. Value of Water. Netherlands, UNESCO-IHE Institute for Water Education. Report number: 14, 2010a.
- Aldaya, M. M., Santos, P. M., Llamas, M. R. Incorporating the water footprint and virtual water into policy reflections from the Mancha Occidental region, Spain. *Water Resources Management*, v. 24, p. 941-958, 2010b.
- Andrade, B. B. Turismo e Sustentabilidade no Município de Florianópolis: Uma Aplicação do Método da Pegada Ecológica. 2006. 152 f. Dissertação de Mestrado em Administração. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
- Barton, B. Murky waters? Corporate reporting on water risk: A benchmarking study of 100 companies. Ceres, Boston, 2010.
- Bellen, H. M. Desenvolvimento sustentável: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação. *Ambiente & Sociedade - Vol. VII n ° 1. jan./jul.2003*.
- \_\_\_\_\_. *Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa. 2ª edição.* Rio de Janeiro:FGV, 2006.
- Chapagain, A.K.; Hoekstra, A.Y. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Netherlands: UNESCO-IHE, p.198, 2003.
- Chapagain, A. K.; Hoekstra, A. Y. Water footprint of nations, Value of water research report, Netherlands, UNESCO-IHE, n ° 16, 2004.
- Chapagain, A. K., Orr, S. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: a case of Spanish tomatoes, *Journal of Environmental Management*, v. 90, p. 1219-1228, 2009.
- Dias, G. F. *Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana.* São Paulo: Gaia, 2002.
- EA. Towards water neutrality in the Thames Gateway, Summary report, Environmental Agency. Bristol, UK, 2007.
- Ercin, A. E., Aldaya, M. M., Hoekstra, A. Y. Corporate water footprint accounting and impact assessment: the case of the water footprint of sugar-containing carbonated beverage, *Water Resources Management*, v. 25, p. 721-741, 2011.
- Feng, K., Siu, Y. L., Guan, D.; Hubacek, K. Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach. *Applied Geography*, v. 32, p.691-701, 2011.

- Giacomin, G. S.; Ohnuma Jr., A. A. Análise de resultados de pegada hídrica por países e produtos específicos. *Revista Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.8, p.1562-1572, 2012.
- Gleick, P. H. The changing water paradigm: a look at twenty-first century water resources development. *Water International*, v. 25, p.127-138, 2000.
- Guimarães, R. P.; Feichas, S. A. Q. Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. *Revista Ambiente & Sociedade*, v. XXII, n.2, p. 307-323, jul-dez, 2009.
- Hoekstra, A. Y. Perspectives on water: An integrated model-based exploration of the future. *Internacional Books, Utrecht, Netherland*, 1998.
- Hoekstra, A.Y. Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, *Value of Water Research*, Report number.12, UNESCO-IHE, Delft, 2003.
- Hoekstra, A.Y. The global dimension of water governance: Nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems, *Value of Water Research Report number.20*, UNESCO-IHE, Delft, 2006.
- Hoekstra, A., 2008. *Water Neutral: Reducing and Offsetting the Impacts of Water Footprints*. UNESCO-IHE, Delft.
- Hoekstra, A. Y. The water footprint of animal products, in J. D'Silva and J. Webster (eds) *The Meat Crisis: Developing More Sustainable Production and Consumption*, Earthscan, London, p. 22–33, 2010b.
- Hoekstra, A.Y. How sustainable is Europe's water footprint? *Water and Wastewater International*, v. 26, p. 24-26, 2011.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern, *Water Resources Management*, v. 21, p.35-48, 2007a.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K. Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources, *Blackwell Publishing, Oxford, UK*. In press, 2007b.
- 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.; Mekonnen, M. M. *The water footprint assessment manual*. 1.ed. London: Water Footprint Network, p. 224, 2011.

- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K.; Aldaya, M. M.; Mekonnen, M. M. The water footprint manual: State of the art. 1.ed. Enschede: Water Footprint Network, p. 127, 2009.
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q. 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, UNESCOIHE, Delft, 2002.
- Hoekstra, A. Y., Hung, P. Q. Globalization of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change*, v. 15, p. 45-56, 2005.
- Hoekstra, A. Y., Mekonnen, M. M. The water footprint of humanity, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, doi/10.1073/pnas.1109936109, 2012.
- Horlemann L., Neubert S. Virtual water trade: A realistic concept for resolving the water crisis? *Studies 25*, German Development Institute, Bonn, 2007.
- Hummel, D., Kluge, T., Liehr, S., Hachelaf, M. Virtual water trade: Documentation of international expert workshop, July 2006, Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt, 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de desenvolvimento sustentável: Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, 2002. Jacobi, Pedro Roberto. educar na sociedade de risco: o desafio de construir alternativas., v.2, p. 49-65, 2007.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades@. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/index.php>. Acesso em: 01. dez.2010.
- Kernan, M., Battarbee, R. W., Moss, B. Climate change impacts on freshwater ecosystems. Blackwell Publishing Ltd, 2010.
- Leff, E. *Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, Complexidade, Poder*. Petrópolis, RJ: Vozes, p. 343, 2001.
- Liu, C., Kroeze, C., Hoekstra, A. Y., Leenes, W. G. Past and future trends in grey water footprint of anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs to major world rivers. *Ecological Indicators*, v. 18, p. 42-49, 2012.
- Liu, J., Savenije, H. G. Food consumption patterns and their effect on water requirement in China. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 12, p. 887-898, 2008.
- Maracajá, K. F. B., Carvalho, J. R. M. de, *Ecological footprint method: análise da sustentabilidade ambiental no estado da Paraíba*, 2007. *Revista Querubim*, ano 6, n° 12, p. 27- 36, 2010.

- Maracajá, K. F. B., Silva, V. P. R. da, Dantas Neto, J., Araújo, L. E., Pegada hídrica como indicador de sustentabilidade ambiental, 2012. Revista Reunir, v. 1, n° 2, p. 113- 125, 2012.
- Márcio, D., Comunicação pessoal, Márcio Dionísio.
- Martins, G. de A., Theóphilo, C. R. Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas, 2 ed., São Paulo: Atlas, 2009.
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Hydrology and Earth System Sciences, v. 15, p.1577-1600, 2011.
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat, Hydrology and Earth System Sciences, v. 14, p. 1259-1276, 2010.
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. The green, blue and grey water footprint of production and consumption, UNESCO - Institute for water education, Value of water research report series, n° 50, 2011.
- Pimentel, D.; Berger, B.; Filiberto, D.; Newton, M. Water Resources: Agricultural and Environmental Issues. Bioscience, v. 54, n. 10, p. 909-918, 2004.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Disponível em: <http://www.pnud.org.br/IDH/DH.aspx>. Acesso em: 17.abril.2013.
- Pereira, L. G.. Síntese dos Métodos de Pegada Ecológica e Análise Emergética para Diagnóstico da Sustentabilidade de Países: O Brasil como Estudo de Caso. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Departamento de Engenharia de Alimentos, 2008.
- Perry, C. Efficient irrigation; inefficient communication; flawed recommendations, Irrigation and Drainage, v. 56, p. 367-378, 2007.
- Reigota, M. Meio Ambiente e representação social. 7 ed. São Paulo: Cortez, p. 87, 2007.
- Resende Neto, A. Sustentabilidade, água virtual e pegada hídrica: um estudo exploratório no setor bioenergético. 2011. 81p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção. Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Romaguera, M., Hoekstra, A. Y., Su, Z.; Krol, M. S., Salama, M. S. Potencial of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops. Journal, Remote Sensing, v. 2, p. 1177-1196, 2010.

- Shiklomanov, I. A. Appraisal and Assessment of world water resources. *Water International*, v. 25, p. 11-32, 2000.
- Sala de imprensa do IBGE – 2011. Disponível em:  
<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=>  
2019. Acesso em: 11 de abril de 2013.
- Seixas, V. S. de  
C., Análise da pegada hídrica de um conjunto de produtos agrícolas. 2011. 110p.  
Dissertação (Mestrado em Engenharia do meio ambiente). Faculdade de ciências e  
tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Silva, V. P. R., Aleixo, D. O., Maracajá, K. F. B., Dantas Neto, J., Araújo, L. E., Uma  
medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. *Revista Brasileira de Agrícola  
e Ambiental*, v.17, p.100-105, 2012.
- Silva, V. P. R., Maracajá, K. F. B., Dantas Neto, J., Aleixo, D. O., Araújo, L. E.,  
Campos, J. H. B. C. Regionalização da pegada hídrica do estado da Paraíba. *Revista  
Ambi-água*, v.8, n. 1, p.250-262, 2013.
- Silva, V. P. R., Tavares, A. L., Sousa, I. F. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo  
simples e dual do coentro. *Revista Hosticultura Brasileira*, v. 31, n. 2, p. 255-259,  
2013.
- Silva, V. P. R., Sousa, F. S. S., Cavalcanti, E. P., Souza, E. P., Silva, B. B.  
Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in  
northeast Brazil. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v. 68, p. 781  
– 792, 2006.
- TCPA. Sustainable water management: eco-towns water cycle worksheet, Town and  
Country Planning Association, London, UK, 2008.
- Telles, D. D'A. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A; BRAGA, B;  
TUNDISI, J. G. (Orgs). *Águas Doces no Brasil: Capital ecológico, uso e  
conservação*. 2ª Edição, São Paulo: Escrituras, p. 703, 1999.
- Tundisi, J. G., Tundisi, T. M. Recursos hídricos no século XXI. São Paulo: Oficina de  
Textos, 2011.
- Van Oel, P. R., Hoekstra, A. Y. Towards quantification of the water footprint of paper:  
a first estimate of its consumptive component. *Water Resour Manage*, v. 11, p.  
9942- 9949, 2012.

- Van Oel, P. R., Mekonnen, M. M., Hoekstra, A.Y. The external water footprint of the Netherlands: Geographically-explicit quantification and impact assessment. *Ecological Economics*, v. 69, p.82-92, 2009.
- Verma, S., Kampman, D. A., Zaag, P. V., Hoekstra, A. Y. Going against the flow: a critical analysis of inter-state virtual water trade in the context of India's National river linking program. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 34, p. 261-269, 2009.
- Yang Yu, Y., Hubacek, K., Feng, K. Guan, D. Assessing regional and global water footprints for the UK. *Ecological Economics*, v.69, p. 1140-1147, 2010.
- Zhao, X., Chen, B., Yang, Z. F. National water footprint in an input–output framework- A case study of China 2002. *Ecological Modeling*, v. 220, p.245-253, 2009.
- Wackernagel, M., Rees, W. Our ecological footprint. The new catalyst bioregional series. Gabriola Island, B. C.: New Society Publishers, 1996.
- Water Neutral. Get water neutral! [brochure distributed among delegates at the 2002 World Summit on Sustainable Development in Johannesburg]. The Water Neutral Foundation. Joanesburgo, África do Sul, 2002.
- WWC E-conference synthesis: Virtual water trade – Conscious choices, WWC Publication No.2, World Water Council, Marseille, 2004.



Anexo I. Pegada hídrica (PH) por regiões/ estados brasileiros, IDH, renda *per capita* e as médias para cada região

<b>Regiões brasileiras/Estados</b>	<b>PH (m<sup>3</sup>/ano) (2010)</b>	<b>IDH (2000)</b>	<b>Renda <i>per capita</i> (Moeda Real)</b>
<b>Norte</b>			
Acre	841	0,6	318,3
Amazonas	783	0,6	267,3
Roraima	878	0,7	342
Rondônia	1.114	0,7	469,5
Amapá	921	0,7	375
Pará	829	0,7	306,4
Tocantins	955	0,7	403,4
<b>Média</b>	<b>903</b>	<b>0,7</b>	<b>354,5</b>
<b>Nordeste</b>			
Maranhão	787	0,6	268,1
Piauí	793	0,6	277,2
Ceará	786	0,6	279,5
Rio Grande do Norte	864	0,7	346,4
Paraíba	853	0,6	324,7
Pernambuco	848	0,6	324,3
Alagoas	773	0,6	265,1
Sergipe	794	0,6	305,5
Bahia	751	0,6	331,6
<b>Média</b>	<b>805</b>	<b>0,6</b>	<b>302,4</b>
<b>Centro-Oeste</b>			
Mato Grosso	1.339	0,7	600,6
Mato Grosso do Sul	1.244	0,7	544,7
Goiás	1.305	0,7	580,3
Distrito Federal	2.588	0,8	1.404
<b>Média</b>	<b>1.619</b>	<b>0,7</b>	<b>782,4</b>
<b>Sudeste</b>			
Minas Gerais	1.193	0,7	524,4
Espírito Santo	1.253	0,7	562
São Paulo	1.503	0,8	695,9
Rio de Janeiro	1.398	0,8	639
<b>Média</b>	<b>1.337</b>	<b>0,7</b>	<b>605,3</b>
<b>Sul</b>			
Paraná	1.369	0,8	618
Santa Catarina	1.593	0,8	764,5
Rio Grande do Sul	1.542	0,8	726,5
<b>Média</b>	<b>1.501</b>	<b>0,8</b>	<b>703</b>

Anexo II. Pegada hídrica de alguns países (período: 1997-2001)  
 Fonte: Hoekstra & Chapagain (2008)

Country	Use of domestic water resources (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /yr)			Use of foreign water resources (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /yr)			Water footprint by consumption category (m <sup>3</sup> /cap/yr)									
	Population (1,000s)	Domestic water withdrawal	Crop evapotranspiration	Industrial water withdrawal		For re-export of imported products	Total Per capita (m <sup>3</sup> /yr)	Consumption of domestic water	Consumption of agricultural goods	Consumption of industrial goods						
				For national consumption	For export consumption						Internal water footprint	External water footprint	Internal water footprint	External water footprint		
Afghanistan	26,179	0.34	16.47	0.19	0.001	0.00	0.45	0.03	0.04	0.01	17.29	13	629	17	0	1
Albania	3,131	0.24	2.43	0.06	0.086	0.03	1.05	0.04	0.04	0.04	3.84	75	777	336	28	13
Algeria	30,169	1.23	22.77	0.32	0.494	0.25	11.91	0.29	0.31	0.31	36.69	41	755	395	16	10
Angola	12,953	0.07	11.37	0.71	0.041	0.01	1.37	0.15	0.13	0.13	13.00	6	878	106	3	12
Argentina	36,806	4.68	41.31	48.03	2.328	0.30	1.81	1.53	2.30	2.30	51.66	127	1,122	49	63	42
Armenia	3,131	0.87	1.19	0.02	0.095	0.03	0.62	0.03	0.02	0.02	2.81	279	379	198	30	11
Australia	19,072	6.51	14.03	68.67	1.229	0.12	0.78	4.02	4.21	4.21	26.56	341	736	41	64	211
Austria	8,103	0.76	2.98	1.89	1.070	0.29	4.66	3.55	3.91	3.91	13.02	94	368	575	132	438
Azerbaijan	8,015	0.80	3.88	0.85	1.824	2.62	1.29	0.03	0.33	0.33	7.83	100	485	161	228	4
Bahrain	647	0.11	0.04	0.00	0.009	0.00	0.38	0.23	0.06	0.06	0.77	165	64	593	14	348
Bangladesh	129,943	2.12	109.98	1.38	0.344	0.08	3.71	0.34	0.13	0.13	116.49	16	846	29	3	3
Barbados	267	0.05	0.10	0.05	0.017	0.00	0.14	0.06	0.07	0.07	0.36	169	374	540	64	208
Belarus	10,020	0.63	8.21	0.17	0.166	1.07	3.66	0.07	0.50	0.50	12.74	63	820	365	17	7
Belgium-Luxembourg	10,659	1.09	2.29	3.26	0.382	7.29	14.90	0.54	31.66	31.66	19.21	1,802	215	1,398	36	51
Belize	236	0.01	0.26	0.43	0.083	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.39	53	1,087	77	352	77
Benin	6,192	0.04	10.47	1.88	0.019	0.00	0.35	0.03	0.07	0.07	10.91	6	1,690	57	3	5
Bhutan	793	0.01	0.72	0.01	0.003	0.00	0.09	0.01	0.00	0.00	0.83	14	902	113	4	10
Bolivia	8,233	0.15	9.02	2.11	0.037	0.00	0.62	0.10	0.15	0.15	9.93	19	1,095	75	4	12
Botswana	1,658	0.04	0.50	0.09	0.015	0.01	0.40	0.06	0.12	0.12	1.03	27	304	244	9	39
Brazil	169,110	11.76	195.29	61.01	8.666	1.63	14.76	3.11	5.20	5.20	233.59	70	1,155	87	51	18
Bulgaria	8,126	0.37	9.50	1.92	0.048	9.27	1.42	0.00	0.66	0.66	11.33	45	1,169	174	6	0
Burkina Faso	11,138	0.08	16.61	1.53	0.001	0.00	0.30	0.04	0.03	0.03	17.03	7	1,491	27	0	3
Burundi	6,743	0.04	6.98	0.32	0.001	0.00	0.13	0.01	0.01	0.01	7.16	6	1,036	19	0	1
Cambodia	11,885	0.05	20.39	0.05	0.014	0.00	0.45	0.09	0.00	0.00	20.99	4	1,715	38	1	7
Cameroon	14,718	0.18	15.02	7.91	0.060	0.02	0.76	0.07	0.42	0.42	16.09	12	1,021	52	4	4
Canada	30,650	8.55	30.22	52.34	11.211	20.36	7.74	5.07	22.62	22.62	62.80	279	986	252	366	166
Cape Verde	429	0.00	0.36	0.00	0.001	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.43	8	835	128	1	23

Anexo III. Estados e Municípios pesquisados com sua Pegada hídrica total

N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
ACRE				
1	Rodrigues Alves	685,6	0,6	182
2	Porto Walter	688,4	0,5	198
3	Jordão	687	0,5	189
4	Assis Brasil	865,4	0,7	325
5	Brasiléia	922,6	0,7	358
6	Capixaba	707,7	0,6	312
7	Acrelândia	862,5	0,7	323
8	Senador Guiomard	1005,3	0,7	406
9	Bujari	879,2	0,6	333
10	Rio Branco	1415,7	0,8	645
11	Manoel Urbano	705,4	0,6	296
12	Feijó	695,4	0,5	237
13	Cruzeiro do Sul	951,5	0,7	390
14	Mâncio Lima	699,4	0,6	262
ALAGOAS				
15	Delmiro Gouveia	707,4	0,6	309
16	Pão de Açúcar	692,4	0,6	222
17	Traipu	684,4	0,5	173
18	Junqueiro	697,4	0,6	249
19	Penedo	851,6	0,7	317
20	Roteiro	685,6	0,5	182
21	Macéio	1445,1	0,7	662
22	Passo de Camaragibe	689,7	0,6	189
23	Maragogi	695	0,6	236
24	Ibateguara	687,7	0,6	194
25	Anadia	694	0,6	230
26	Palmeira dos Índios	908,8	0,7	350
27	Ouro Branco	691,4	0,6	215
28	Mata Grande	686,4	0,6	184
AMAPÁ				
29	Laranjal do Jari	921,1	0,7	357
30	Vitória do Jari	703,4	0,7	284
31	Macapá	1392	0,8	631
32	Cutias	701	0,7	271
33	Amapá	929,2	0,7	362
34	Pracuúba	698,4	0,7	256
35	Oiapoque	1104,7	0,7	464

Continua

Continuação				
N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
AMAZONAS				
36	Urucurituba	690,4	0,7	210
37	Nhamundá	686,7	0,7	188
38	Manaus	1408,8	0,8	641
39	Caapiranga	694	0,6	230
40	Santa Isabel do Rio Negro	690,4	0,5	208
41	São Gabriel da Cachoeira	914	0,7	353
42	Fonte Boa	688	0,5	195
43	Atalaia do Norte	691,4	0,6	215
44	Tefé	855,8	0,7	319
45	Tapauá	687,4	0,5	191
46	Canutama	694,4	0,5	232
47	Borba	686,4	0,6	186
48	Apuí	884,8	0,7	336
49	Autazes	695,4	0,7	238
BAHIA				
50	Riachão das Neves	692	0,6	218
51	Correntina	708,4	0,6	314
52	Cocos	700,6	0,6	270
53	Bom Jesus da Lapa	708,4	0,7	314
54	Lajedinho	688	0,6	195
55	Caetanos	691	0,6	212
56	Mucuri	1066,8	0,7	442
57	Canavieiras	708,1	0,6	313
58	Salvador	1658,2	0,8	786
59	Ribeira do Pombal	707,4	0,6	311
60	Paulo Afonso	1089,6	0,7	455
61	Juazeiro	1003,7	0,7	405
62	Casa Nova	696,7	0,6	247
63	Buritirama	682,4	0,6	161

Continua

Continuação				
N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
CEARÁ				
64	Granja	683,4	0,6	169
65	Graça	686	0,6	183
66	Cratéus	850,6	0,7	316
67	Tauá	699,7	0,7	265
68	Araripe	685,6	0,6	182
69	Crato	1008,3	0,7	408
70	Barro	695,4	0,7	237
71	Alto Santo	696	0,7	242
72	Aracati	706,4	0,7	303
73	Quixeramobim	700,4	0,6	269
74	Fortaleza	1512,2	0,8	701
75	Itatira	684,4	0,6	172
76	Itapipoca	694,4	0,7	234
77	Camocim	694,4	0,6	232
DISTRITO FEDERAL				
78	Distrito Federal/Brasília	2588,2	0,8	1.404
ESPÍRITO SANTO				
79	Vitória	2604,2	0,9	1.498
80	Santa Leopoldina	969	0,7	385
81	São Gabriel da Palha	1295,8	0,7	575
82	São Mateus	1297,5	0,7	576
83	Conceição da Barra	1017,5	0,7	413
84	Nova Venécia	1209,8	0,7	525
85	Ecoporanga	963,3	0,7	382
86	Pancas	977,8	0,7	390
87	Colatina	1426,1	0,8	651
88	Itaguaçu	1140,7	0,7	485
89	Muniz Freire	1000,1	0,7	403
90	Guaçuí	1175,2	0,7	505
91	Mimoso do Sul	1066,8	0,7	442
92	Cachoeiro de Itapemirim	1400,6	0,8	636

Continua

Continuação

N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
<b>GOIÁS</b>				
93	Campestre de Goiás	1037,8	0,7	425
94	Catalão	1658,2	0,8	786
95	Goiânia	2183,8	0,8	1.092
96	Cabeceiras	962,2	0,7	381
97	Mambai	962,2	0,6	381
98	Campos Belos	1053,2	0,7	434
99	Mináçu	1230,2	0,7	537
100	São Miguel do Araguaia	1147,7	0,7	489
101	Jussara	1338,5	0,7	600
102	Goiás	1304,5	0,7	580
103	Fazenda Nova	1147,7	0,7	489
104	Santa Rita do Araguaia	1323	0,8	591
105	Chapadão do Céu	1649,9	0,8	781
106	Itajá	1266,5	0,7	558
<b>MARANHÃO</b>				
107	Sambaíba	694,6	0,6	235
108	Tuntum	691,4	0,6	214
109	São Domingos do Maranhão	692,4	0,6	222
110	Timon	707,7	0,7	312
111	Lago da Pedra	695,4	0,6	240
112	Araíoses	685,4	0,5	179
113	Morros	683,4	0,6	169
114	São Luís	1429,8	0,8	653
115	Serrano do Maranhão	678,7	0,6	141
116	Maracaçumé	694,4	0,6	232
117	Bom Jardim	686,4	0,5	184
118	Açailândia	911,3	0,7	354
119	Mirador	683,6	0,6	170
120	Balsas	1078,9	0,7	449
<b>MATO GROSSO</b>				
121	Cáceres	1214,6	0,7	528
122	Cuiabá	1905,5	0,8	930
123	Barão de Melgaço	884,8	0,7	336
124	Alto Taquari	1544,5	0,8	720
125	Araguaiana	1254,2	0,7	551
126	Marcelândia	1183,9	0,8	510
127	Santa Terezinha	858,7	0,7	321
128	São José do Xingu	1286,6	0,7	570
129	Santa Rita do Trivelato	2346	0,7	1.186
130	Carlinda	1011,9	0,7	410
131	Apiacás	1149,7	0,7	490
132	Colniza	976,1	0,7	389
133	Juína	1275,4	0,7	563
134	Campos de Júlio	1861	0,8	904

Continua

## Continuação

N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
MATO GROSSO DO SUL				
135	Sete Quedas	1039,4	0,7	426
136	Naviraí	1329,7	0,8	595
137	Campo Grande	1835	0,8	889
138	Santa Rita do Pardo	1063,5	0,7	440
139	Selvíria	1139,7	0,7	484
140	Paranaíba	1434,7	0,8	656
141	Água Clara	1245,9	0,8	546
142	Alcinópolis	1450,2	0,7	665
143	Rio Negro	1230,2	0,7	537
144	Corumbá	1261,2	0,8	555
145	Anastácio	1043,2	0,7	428
146	Jardim	1304,5	0,8	580
147	Bela Vista	1098,1	0,8	460
148	Aral Moreira	934,8	0,7	365
MINAS GERAIS				
149	Poços de Caldas	1716,7	0,8	820
150	Cambuquira	1199,5	0,8	519
151	Simão Pereira	1183,9	0,8	510
152	Belo Horizonte	2414,3	0,8	1.226
153	Ataléia	706,7	0,7	306
154	Diamantina	1197,5	0,7	518
155	Salto da Divisa	947	0,6	372
156	Ninheira	689,4	0,6	203
157	Montes Claros	1283,6	0,8	568
158	Juvenília	692	0,6	218
159	Buritizinho	707,4	0,7	309
160	Buritiz	979,2	0,7	391
161	Três Marias	1193,8	0,8	516
162	Uberlândia	1793,9	0,8	865
PARÁ				
163	Belém	1505,5	0,8	697
164	Oriximirá	701,6	0,7	276
165	Faro	708,5	0,5	189
166	Santarém	915,9	0,7	354
167	Jacareacanga	706,4	0,7	305
168	Novo Progresso	1180,6	0,8	508
169	Santana do Araguaia	704	0,7	289
170	Xinguara	1039,4	0,7	426
171	São João do Araguaia	693,4	0,6	226
172	Mãe do Rio	705,4	0,7	296
173	Viseu	681,4	0,6	156
174	Chaves	683,6	0,6	170
175	Senador José Porfírio	694,4	0,6	232
176	Curuá	683,4	0,7	166

Continuação

N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
PARAÍBA				
177	Santa Inês	687,4	0,6	190
178	Princesa Isabel	703,6	0,6	288
179	São Sebastião do Umbuzeiro	698,4	0,6	257
180	Gado Bravo	685,4	0,5	180
181	Campina Grande	1240,5	0,7	543
182	João Pessoa	1685,5	0,8	802
183	Rio Tinto	702,4	0,6	279
184	Araruna	691,4	0,5	216
185	Picuí	702,4	0,6	280
186	Junco do Seridó	697	0,6	248
187	Patos	1047,7	0,7	431
188	Belém do Brejo do Cruz	694,4	0,6	234
189	Poço Dantas	686,4	0,5	185
190	Cajazeiras	1017,5	0,7	413
PARANÁ				
191	Flor da Serra do Sul	1085,5	0,7	453
192	Honório Serpa	1027,5	0,7	419
193	União da Vitória	1331,9	0,8	596
194	Curitiba	2494,8	0,9	1.273
195	Adrianópolis	969	0,7	385
196	Sengés	1062	0,7	439
197	Ribeirão Claro	1244,3	0,7	545
198	Cândido de Abreu	907	0,7	349
199	Londrina	1905,5	0,8	930
200	Maringá	2083	0,8	1.033
201	Terra Rica	1235	0,7	540
202	Querência do Norte	1022	0,7	416
203	Ubiratã	1289,2	0,7	571
204	Foz do Iguaçu	1515,5	0,8	703
PERNAMBUCO				
205	Petrolina	1113,3	0,7	469
206	Cabrobó	697	0,7	248
207	Petrolândia	705,4	0,7	296
208	Manari	681	0,5	153
209	Garanhuns	1037,8	0,7	425
210	Água Preta	688,4	0,6	196
211	Recife	1843,9	0,8	894
212	Timbaúba	707,1	0,6	307
213	Jataúba	694,4	0,6	234
214	Itapetim	704,6	0,6	294
215	Serra Talhada	915,9	0,7	354
216	Exu	690,4	0,6	208
217	Araripina	703	0,7	283
218	Santa Filomena	685,4	0,6	179

Continua



Continuação

N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
PIAUI				
219	Corrente	889,8	0,7	339
220	Sebastião Barros	683,6	0,6	170
221	Avelino Lopes	696	0,6	242
222	Guaribas	681,4	0,5	156
223	Dirceu Arcoverde	697,4	0,6	251
224	Acauã	685,6	0,5	182
225	Fronteiras	883,1	0,6	335
226	Pimenteiras	692,4	0,6	221
227	Domingos Mourão	690,4	0,5	211
228	Parnaíba	1010,8	0,7	409
229	Matias Olímpio	687,4	0,5	190
230	Teresina	1400,6	0,8	636
231	Jerumenha	700,4	0,7	266
232	Ribeiro Gonçalves	701,4	0,6	273
RIO DE JANEIRO				
233	Nova Iguaçu	1154,9	0,8	493
234	Rio de Janeiro	2376,5	0,8	1.204
235	Saquarema	1177,2	0,8	566
236	Macaé	1866,3	0,8	907
237	São João da Barra	1140,7	0,7	485
238	Campos dos Goytacazes	1345,6	0,8	604
239	Varre-Sai	970,4	0,7	386
240	Laje do Muriaé	1044,6	0,7	429
241	Cantagalo	1240,5	0,8	543
242	Bom Jardim	1268,4	0,7	559
243	Nova Friburgo	1617,5	0,8	762
244	Vassouras	1354,1	0,8	609
245	Barra Mansa	1364	0,8	615
246	Resende	1654,4	0,8	784
RIO GRANDE DO NORTE				
247	Caicó	1160,4	0,8	496
248	Currais Novos	1029,1	0,7	420
249	Serra de São Bento	692,4	0,6	221
250	Nova Cruz	700,4	0,6	269
251	Monte Alegre	699,4	0,6	262
252	Natal	1687	0,8	803
253	Touros	694,4	0,6	233
254	João Câmara	701,4	0,6	273
255	Galinhas	705	0,6	295
256	Afonso Bezerra	694,6	0,6	235
257	Mossoró	1228,3	0,7	536
258	Apodi	702,4	0,7	279
259	São Miguel	696,4	0,6	244
260	Alexandria	702,9	0,6	283

Continua

Continuação

N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
RIO GRANDE DO SUL				
261	Barra do Quaraí	936,2	0,8	366
262	Santana do Livramento	1335,2	0,8	598
263	Santa Maria	1950,2	0,8	956
264	Aceguá	1498,5	0,8	693
265	Canguçu	1101,5	0,7	462
266	Rio Grande	1534,9	0,8	723
267	Mostardas	1228,3	0,8	536
268	Porto Alegre	2592,7	0,9	1.431
269	Bom Jesus	1171,9	0,8	503
270	Caxias do Sul	2092,6	0,9	1.039
271	Água Santa	2020,6	0,8	997
272	Gaurama	1556,4	0,8	727
273	Alpestre	1153,4	0,7	492
274	Alegrete	1421,3	0,8	648
RONDÔNIA				
275	Porto Velho	1622,1	0,8	765
276	Campo Novo de Rondônia	891,8	0,7	340
277	Guajará-Mirim	1118,4	0,7	472
278	Governador Jorge Teixeira	910,8	0,7	351
279	Seringueiras	897,1	0,7	343
280	Alta Floresta d'oeste	1015	0,7	412
281	Cabixi	1008,3	0,7	408
282	Chupinguaia	1075,3	0,7	447
283	Vilhena	1474,3	0,8	679
284	Espigão d'oeste	1106,3	0,7	465
285	Ji-Paraná	1373,2	0,8	620
286	Mirante da Serra	1094,3	0,7	458
287	Cacaulândia	1072,2	0,7	445
288	Machadinho d'oeste	940,2	0,7	368
RORAIMA				
289	Rorainópolis	879,2	0,7	333
290	Caroebe	865,4	0,7	325
291	Boa Vista	1464	0,8	673
292	Uiramutã	687,4	0,5	192
293	Amajari	697,7	0,7	253
294	Alto Alegre	705,6	0,7	300
295	Caracaraí	848,7	0,7	315

Continua

N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Renda <i>per capita</i> (2010)
SANTA CATARINA				
296	Palmitos	1539,6	0,8	717
297	Joaçaba	2170,2	0,9	1.084
298	Anita Garibaldi	1017,5	0,8	413
299	Lages	1548,3	0,8	722
300	São Joaquim	1239	0,8	542
301	São João do Sul	1160,4	0,8	496
302	Florianópolis	2617,2	0,9	1.573
303	Blumenau	2118,4	0,9	1.054
304	São Francisco do Sul	1591,3	0,8	747
305	Joinville	1922,7	0,9	940
306	Rio Negrinho	1275,4	0,8	563
307	Porto União	1522,5	0,8	707
308	Abelardo Luz	1235	0,8	540
309	Paraíso	1347,1	0,8	605
310	Rosana	1376,4	0,8	622
311	Mirante do Paranapanema	1111,7	0,7	468
SÃO PAULO				
312	Palmital	1383,4	0,8	626
313	Itapeva	1221,2	0,7	532
314	Barra do Turvo	958,6	0,7	379
315	Registro	1340,4	0,8	601
316	São Paulo	2335,6	0,8	1.180
317	Cunha	1006,8	0,7	407
318	Pindamonhangaba	1507	0,8	698
319	Campinas	2337,2	0,9	1.181
320	Caconde	1187,6	0,8	512
321	Ribeirão Preto	2164,9	0,9	1.081
322	Barretos	1696,3	0,8	808
323	Pereira Barreto	1421,3	0,8	648
SERGIPE				
324	Tobias Barreto	705,6	0,6	300
325	Umbaúba	697,7	0,6	253
326	Salgado	701	0,6	271
327	Aracaju	1811,2	0,8	875
328	Santa Rosa de Lima	693,4	0,6	225
329	Japaratuba	704,4	0,7	293
330	Brejo Grande	685,4	0,6	181
331	Propriá	926,5	0,7	360
332	Itabi	700,4	0,6	266
333	Porto da Folha	691,4	0,6	213
334	Canindé de São Francisco	695,4	0,6	238
335	Feira Nova	694,4	0,6	231
336	Nossa Senhora da Glória	705,4	0,6	299
337	Pinhão	701,4	0,6	272

Continua

N. ordem	Estados/Municípios	Pegada hídrica (2010)	IDH (2000)	Continuação
				Renda <i>per capita</i> (2010)
TOCANTINS				
338	Araguaçu	1034,1	0,7	423
339	Paraná	705,4	0,6	298
340	Santa Rosa do Tocantins	701	0,7	271
341	Taguatinga	903,7	0,7	347
342	Mateiros	1252,3	0,6	550
343	Palmas	1862,8	0,8	905
344	Campos Lindos	693,4	0,6	226
345	Itapiratins	917,4	0,6	355
346	Tocantinópolis	989,6	0,7	397
347	Itaguatins	702,6	0,6	282
348	Araguatins	848,7	0,6	315
349	Araguaína	1359,7	0,7	612
350	Juarina	700,4	0,7	268
351	Pium	705,6	0,7	399

Anexo IV. Valor total dos componentes da pegada hídrica total (m<sup>3</sup>/ano) em 351 municípios brasileiros

Município	Estado	Alimentos	Indústria	Doméstico	Cereal	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Outros
Rodrigues Alves	AC	779	36	52	295	207	8	30	120	120
Porto Walter	AC	782	36	52	295	209	8	30	120	120
Jordão	AC	826	40	54	296	234	8	35	125	127
Assis Brasil	AC	792	37	52	295	215	8	31	121	122
Brasiléia	AC	644	35	51	271	143	7	24	100	99
Capixaba	AC	869	43	56	298	259	9	41	130	134
Acrelândia	AC	644	26	47	271	143	7	24	100	99
Senador Guimard	AC	644	21	44	271	143	7	24	100	99
Bujari	AC	644	29	48	271	143	7	24	100	99
Rio Branco	AC	644	33	50	271	143	7	24	100	99
Manoel Urbano	AC	644	22	44	271	143	7	24	100	99
Feijó	AC	1211	72	71	307	457	10	84	167	186
Cruzeiro do Sul	AC	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Mâncio Lima	AC	891	45	57	298	272	9	43	132	137
Delmiro Gouveia	AL	644	25	46	271	143	7	24	100	99
Pão de Açúcar	AL	644	34	51	271	143	7	24	100	99
Traipu	AL	644	21	44	271	143	7	24	100	99
Junqueiro	AL	644	28	47	271	143	7	24	100	99
Penedo	AL	1234	73	72	308	470	10	87	170	190

Continua

Continuação

Roteiro	AL	644	26	47	271	143	7	24	100	99
Macéio	AL	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Passo de Camaragibe	AL	644	24	45	271	143	7	24	100	99
Maragogi	AL	815	39	53	315	228	8	34	124	126
Ibateguara	AL	644	25	46	271	143	7	24	100	99
Anadia	AL	771	35	51	295	202	8	29	119	119
Palmeira dos Índios	AL	644	21	44	271	143	7	24	100	99
Ouro Branco	AL	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Mata Grande	AL	644	19	43	271	143	7	24	100	99
Laranjal do Jari	AP	831	40	54	298	237	8	36	125	128
Vitória do Jari	AP	644	30	49	271	143	7	24	100	99
Macapá	AP	825	40	54	296	234	8	35	125	127
Cutias	AP	1192	70	70	307	446	10	81	165	184
Amapá	AP	968	51	60	300	316	9	53	141	149
Pracuúba	AP	644	28	48	271	143	7	24	100	99
Oiapoque	AP	644	31	49	271	143	7	24	100	99
Urucurituba	AM	797	37	52	296	296	8	32	122	123
Nhamundá	AM	644	24	45	271	143	7	24	100	99
Manaus	AM	644	26	47	271	143	7	24	100	99
Caapiranga	AM	644	21	44	271	143	7	24	100	99
Santa Isabel do Rio Negro	AM	644	25	46	271	143	7	24	100	99

Continua

Continuação

São Gabriel da Cachoeira	AM	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Fonte Boa	AM	644	22	44	271	143	7	24	100	99
Atalaia do Norte	AM	1205	72	70	307	307	10	83	166	186
Tefé	AM	644	21	44	271	143	7	24	100	99
Tapauá	AM	644	23	45	271	143	7	24	100	99
Canutama	AM	819	39	53	296	296	8	35	124	126
Borba	AM	644	21	44	271	143	7	24	100	99
Apuí	AM	774	35	51	295	295	8	29	119	119
Autazes	AM	644	23	45	271	143	7	24	100	99
Riachão das Neves	BA	644	35	51	271	143	7	24	100	99
Correntina	BA	644	18	42	271	143	7	24	100	99
Cocos	BA	644	23	45	271	143	7	24	100	99
Bom Jesus da Lapa	BA	644	35	51	271	143	7	24	100	99
Lajedinho	BA	644	27	47	271	143	7	24	100	99
Caetanos	BA	644	30	49	271	143	7	24	100	99
Mucuri	BA	644	35	51	271	143	7	24	100	99
Canavieiras	BA	889	45	56	298	271	9	43	132	137
Salvador	BA	644	22	44	271	143	7	24	100	99
Ribeira do Pombal	BA	938	49	59	300	299	9	50	138	144
Paulo Afonso	BA	956	50	59	300	309	9	52	139	147
Juazeiro	BA	644	24	45	271	143	7	24	100	99

Continua

Continuação

Casa Nova	BA	644	34	51	271	143	7	24	100	99
Buritirama	BA	1400	87	79	312	566	11	108	188	216
Granja	CE	644	27	47	271	143	7	24	100	99
Graça	CE	644	34	50	271	143	7	24	100	99
Cratéus	CE	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Tauá	CE	644	26	47	271	143	7	24	100	99
Araripe	CE	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Crato	CE	770	35	51	295	202	8	28	119	119
Barro	CE	893	45	57	298	273	9	44	132	137
Alto Santo	CE	1286	78	74	309	500	11	93	176	198
Aracati	CE	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Quixeramobim	CE	644	19	43	271	143	7	24	100	99
Fortaleza	CE	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Itatira	CE	644	19	43	271	143	7	24	100	99
Itapipoca	CE	644	30	48	271	143	7	24	100	99
Camocim	CE	644	29	48	271	143	7	24	100	99
Distrito Federal/Brasília	DF	2114	156	115	331	979	14	198	266	326
Vitória	ES	2114	166	121	331	979	14	198	266	326
Santa Leopoldina	ES	862	43	55	298	255	9	40	129	133
São Gabriel da Palha	ES	1117	64	66	305	402	10	72	157	172
São Mateus	ES	1119	64	66	305	403	10	72	157	172

Continua



Continuação

Conceição da Barra	ES	900	46	57	299	277	9	45	133	139
Nova Venécia	ES	1050	58	63	303	364	10	64	150	162
Ecoporanga	ES	858	42	55	297	253	9	39	128	132
Pancas	ES	869	43	56	298	259	9	41	130	134
Colatina	ES	996	54	61	301	333	9	57	144	153
Itaguaçu	ES	886	45	56	298	269	9	43	132	137
Muniz Freire	ES	1023	56	62	302	348	9	60	146	158
Guaçuí	ES	938	49	59	300	299	9	50	138	144
Mimoso do Sul	ES	1199	70	70	307	450	10	82	166	185
Cachoeiro de Itapemirim	ES	1219	72	71	307	461	10	85	168	188
Campestre de Goiás	GO	916	47	58	299	286	9	47	135	141
Catalão	GO	1400	87	79	312	566	11	108	188	216
Goiânia	GO	1810	121	97	324	803	13	159	233	279
Cabeceiras	GO	857	42	55	297	252	9	39	128	132
Mambai	GO	857	42	55	297	252	9	39	128	132
Campos Belos	GO	928	48	58	299	293	9	48	136	143
Minaçu	GO	1066	60	64	303	373	10	66	151	164
São Miguel do Araguaia	GO	1002	54	61	301	336	9	57	144	154
Jussara	GO	1150	67	68	305	422	10	76	161	177
Goiás	GO	1124	64	67	305	406	10	73	158	173
Fazenda Nova	GO	1002	54	61	301	336	9	57	144	154

Continua

Continuação

Santa Rita do Araguaia	GO	1138	66	67	305	415	10	75	159	175
Chapadão do Céu	GO	1393	87	79	312	562	11	107	187	215
Itajá	GO	1094	63	65	304	389	10	69	155	169
Sambaíba	MA	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Tuntum	MA	644	24	45	271	143	7	24	100	99
São Domingos do Maranhão	MA	644	25	46	271	143	7	24	100	99
Timon	MA	644	35	51	271	143	7	24	100	99
Lago da Pedra	MA	644	27	47	271	143	7	24	100	99
Araioses	MA	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Morros	MA	644	19	43	271	143	7	24	100	99
São Luís	MA	1222	72	71	308	463	10	85	168	188
Serrano do Maranhão	MA	644	16	41	271	143	7	24	100	99
Maracaçumé	MA	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Bom Jardim	MA	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Açailândia	MA	808	39	53	290	231	8	33	121	125
Mirador	MA	644	19	43	271	143	7	24	100	99
Balsas	MA	948	50	59	300	305	9	51	139	146
Cáceres	MT	1054	59	64	303	366	10	64	150	162
Cuiabá	MT	1593	103	87	318	678	12	132	209	245
Barão de Melgaço	MT	797	37	52	296	217	8	32	122	123
Alto Taquari	MT	1311	80	75	310	515	11	97	178	202

Continua

Continuação

Araguaiana	MT	1085	61	65	304	384	10	68	154	167
Marcelândia	MT	1030	57	63	302	352	9	61	147	159
Santa Terezinha	MT	776	36	52	295	206	8	29	120	119
São José do Xingu	MT	1110	63	66	304	399	10	71	156	171
Santa Rita do Trivelato	MT	1936	131	102	327	876	14	175	247	298
Carlinda	MT	896	45	57	298	275	9	44	133	138
Apiacás	MT	1020	54	61	301	337	9	58	144	155
Colniza	MT	868	43	56	298	258	9	40	130	134
Juína	MT	1101	62	66	304	393	10	70	155	170
Campos de Júlio	MT	1558	100	86	317	657	12	128	205	240
Sete Quedas	MS	917	47	58	299	287	9	47	135	141
Naviraí	MS	1144	66	68	305	418	10	75	160	176
Campo Grande	MS	1538	99	85	316	646	12	125	203	237
Santa Rita do Pardo	MS	936	49	59	300	298	9	49	137	144
Selvíria	MS	995	54	61	301	332	9	57	143	153
Paranaíba	MS	1226	73	71	308	465	10	86	169	189
Água Clara	MS	1078	61	65	303	380	10	67	153	166
Alcinópolis	MS	1262	74	72	308	472	10	87	170	191
Rio Negro	MS	1066	60	64	303	373	10	66	151	164
Corumbá	MS	1090	62	65	304	387	10	69	154	168
Anastácio	MS	920	47	58	299	289	9	47	136	142

Continua

Continuação

Jardim	MS	1124	64	67	305	406	10	73	158	173
Bela Vista	MS	963	51	60	300	313	9	53	140	148
Aral Moreira	MS	835	40	54	297	239	8	36	126	129
Poços de Caldas	MG	1445	91	81	313	592	11	114	193	223
Cambuquira	MG	1042	58	63	302	359	9	62	149	161
Simão Pereira	MG	1030	57	63	302	352	9	61	147	159
Belo Horizonte	MG	1990	136	105	329	907	14	182	253	306
Ataléia	MG	644	34	51	271	143	7	24	100	99
Diamantina	MG	1040	57	63	302	358	9	62	148	160
Salto da Divisa	MG	845	41	55	297	245	9	38	127	130
Ninheira	MG	644	23	45	271	143	7	24	100	99
Montes Claros	MG	1108	63	66	304	397	10	71	156	171
Juvenília	MG	644	24	45	271	143	7	24	100	99
Buritizinho	MG	644	34	51	271	143	7	24	100	99
Buritis	MG	870	43	56	298	260	9	41	130	134
Três Marias	MG	1038	57	63	302	357	9	62	148	160
Uberlândia	MG	1506	96	83	315	627	12	121	200	232
Belém	PA	1281	77	74	309	497	11	93	175	197
Oriximirá	PA	644	19	43	271	143	7	24	100	99
Faro	PA	644	18	42	271	143	7	24	100	99
Santarém	PA	644	21	44	271	143	7	24	100	99

Continua

Continuação

Jacareacanga	PA	644	34	51	271	143	7	24	100	99
Novo Progresso	PA	644	33	50	271	143	7	24	100	99
Santana do Araguaia	PA	1027	56	63	302	351	9	61	147	158
Xinguara	PA	644	31	49	271	143	7	24	100	99
São João do Araguaia	PA	644	32	50	271	143	7	24	100	99
Mãe do Rio	PA	821	39	53	296	231	8	35	124	126
Viseu	PA	644	25	46	271	143	7	24	100	99
Chaves	PA	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Senador José Porfírio	PA	644	17	42	271	143	7	24	100	99
Curuá	PA	917	47	58	304	287	9	47	135	141
Santa Inês	PB	644	28	48	271	143	7	24	100	99
Princesa Isabel	PB	644	20	43	271	143	7	24	100	99
São Sebastião do Umbuzeiro	PB	1074	60	65	303	378	10	67	152	165
Gado Bravo	PB	1421	89	80	313	578	11	111	190	219
Campina Grande	PB	644	31	49	271	143	7	24	100	99
João Pessoa	PB	644	24	45	271	143	7	24	100	99
Rio Tinto	PB	644	31	49	271	143	7	24	100	99
Araruna	PB	644	27	47	271	143	7	24	100	99
Picuí	PB	924	48	58	299	291	9	48	136	142
Junco do Seridó	PB	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Patos	PB	644	21	44	271	143	7	24	100	99

Continua

Continuação

Belém do Brejo do Cruz	PB	900	46	57	299	277	9	45	133	139
Poço Dantas	PB	644	21	44	271	143	7	24	100	99
Cajazeiras	PB	644	32	50	271	143	7	24	100	99
Flor da Serra do Sul	PR	953	50	59	300	308	9	52	139	147
Honório Serpa	PR	908	46	57	299	281	9	46	134	140
União da Vitória	PR	1145	66	68	305	419	10	76	160	176
Curitiba	PR	2053	141	107	330	943	14	190	260	316
Adrianópolis	PR	862	43	55	298	255	9	40	129	133
Sengés	PR	934	49	58	300	297	9	49	137	144
Ribeirão Claro	PR	1077	60	65	303	379	10	67	153	166
Cândido de Abreu	PR	814	39	53	296	227	8	34	124	125
Londrina	PR	1593	103	87	318	678	12	132	209	245
Maringá	PR	1731	115	93	322	757	13	150	224	267
Terra Rica	PR	1070	60	64	303	375	10	66	152	165
Querência do Norte	PR	904	46	57	299	279	9	45	134	139
Ubiratã	PR	1111	63	66	304	399	10	72	157	171
Foz do Iguaçu	PR	1289	78	74	309	502	11	94	176	198
Petrolina	PE	975	52	60	301	320	9	54	141	150
Cabrobó	PE	644	27	47	271	143	7	24	100	99
Petrolândia	PE	644	33	50	271	143	7	24	100	99
Manari	PE	644	17	42	271	143	7	24	100	99

Continua

Continuação

Garanhuns	PE	916	47	58	299	253	9	47	135	141
Água Preta	PE	644	22	44	271	143	7	24	100	99
Recife	PE	1545	99	85	316	650	12	126	204	238
Timbaúba	PE	644	34	51	271	143	7	24	100	99
Jataúba	PE	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Itapetim	PE	644	33	50	271	143	7	24	100	99
Serra Talhada	PE	821	39	53	296	231	8	35	124	126
Exu	PE	644	23	45	271	143	7	24	100	99
Araripina	PE	644	31	49	271	143	7	24	100	99
Santa Filomena	PE	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Corrente	PI	800	38	53	296	219	8	32	122	123
Sebastião Barros	PI	644	19	43	271	143	7	24	100	99
Avelino Lopes	PI	644	27	47	271	143	7	24	100	99
Guaribas	PI	644	17	42	271	143	7	24	100	99
Dirceu Arcoverde	PI	644	28	47	271	143	7	24	100	99
Acauã	PI	644	20	43	271	143	7	24	100	99
Fronteiras	PI	795	37	52	296	216	8	32	122	123
Pimenteiras	PI	644	24	46	271	143	7	24	100	99
Domingos Mourão	PI	644	23	45	271	143	7	24	100	99
Parnaíba	PI	894	45	57	298	274	9	44	133	138
Matias Olímpio	PI	644	21	44	271	143	7	24	100	99

Continua

Continuação

Teresina	PI	1199	70	70	307	450	10	82	166	185
Jerumenha	PI	644	29	48	271	143	7	24	100	99
Ribeiro Gonçalves	PI	644	30	49	271	143	7	24	100	99
Nova Iguaçu	RJ	1007	55	62	302	339	9	58	145	155
Rio de Janeiro	RJ	1960	133	103	328	890	14	178	249	302
Saquarema	RJ	1024	56	62	302	349	9	60	147	158
Macaé	RJ	1562	101	86	317	659	12	128	206	241
São João da Barra	RJ	996	54	61	301	287	9	57	144	153
Campos dos Goytacazes	RJ	1156	67	68	306	425	10	77	161	178
Varre-Sai	RJ	863	43	55	298	256	9	40	129	133
Laje do Muriaé	RJ	921	48	58	299	289	9	47	136	142
Cantagalo	RJ	1074	60	65	303	378	10	67	152	165
Bom Jardim	RJ	1095	62	65	304	390	10	70	155	169
Nova Friburgo	RJ	1368	84	77	311	547	11	104	184	211
Vassouras	RJ	1162	68	68	306	429	10	78	162	179
Barra Mansa	RJ	1170	68	69	306	433	10	79	163	180
Resende	RJ	1397	87	79	312	564	11	108	187	215
Caicó	RN	1011	55	62	302	341	9	59	145	156
Currais Novos	RN	909	47	57	299	282	9	46	134	140
Serra de São Bento	RN	644	24	46	271	143	7	24	100	99
Nova Cruz	RN	644	30	48	271	143	7	24	100	99

Continua



Continuação

Monte Alegre	RN	644	29	48	271	143	7	24	100	99
Natal	RN	1422	89	80	313	579	11	111	190	219
Touros	RN	644	26	46	271	143	7	24	100	99
João Câmara	RN	644	30	49	271	143	7	24	100	99
Galinhos	RN	644	33	50	271	143	7	24	100	99
Afonso Bezerra	RN	644	26	46	271	143	7	24	100	99
Mossoró	RN	1065	59	64	303	357	10	65	151	164
Apodi	RN	644	31	49	271	143	7	24	100	99
São Miguel	RN	644	27	47	271	143	7	24	100	99
Alexandria	RN	644	31	49	271	143	7	24	100	99
Barra do Quaraí	RS	837	41	54	297	240	8	37	126	129
Santana do Livramento	RS	1148	66	68	305	420	10	76	160	177
Santa Maria	RS	1628	106	89	319	698	12	136	213	251
Aceguá	RS	1275	77	73	309	494	11	92	174	196
Canguçu	RS	966	51	60	300	315	9	53	140	149
Rio Grande	RS	1288	80	75	310	503	11	97	179	198
Mostardas	RS	1065	59	64	303	372	10	65	151	164
Porto Alegre	RS	2114	159	117	331	979	14	198	266	326
Bom Jesus	RS	1020	56	62	302	347	9	60	146	157
Caxias do Sul	RS	1739	115	94	322	762	13	151	225	268
Água Santa	RS	1683	111	91	320	729	12	143	219	259

Continua

Continuação

Gaurama	RS	1321	81	75	310	520	11	98	179	203
Alpestre	RS	1006	55	62	301	338	9	58	145	155
Alegrete	RS	1215	72	71	307	459	10	84	168	187
Porto Velho	RO	1372	85	78	311	550	11	104	185	185
Campo Novo de Rondônia	RO	802	38	53	296	220	8	32	122	123
Guajará-Mirim	RO	979	52	60	301	322	9	55	142	151
Governador Jorge Teixeira	RO	817	39	53	296	229	8	34	124	126
Seringueiras	RO	806	38	53	296	223	8	33	123	124
Alta Floresta d'oeste	RO	898	46	57	299	276	9	44	133	138
Cabixi	RO	893	45	57	298	273	9	44	132	137
Chupinguaia	RO	945	50	59	300	303	9	51	138	146
Vilhena	RO	1256	75	73	308	483	11	90	172	193
Espigão d'oeste	RO	969	52	60	301	317	9	54	141	149
Ji-Paraná	RO	1177	69	69	306	437	10	79	163	182
Mirante da Serra	RO	960	51	60	300	312	9	52	140	148
Cacaulândia	RO	943	49	59	300	302	9	50	138	145
Machadindo d'oeste	RO	839	41	54	297	242	9	37	126	129
Rorainópolis	RR	792	37	52	295	215	8	31	121	122
Caroebe	RR	782	36	52	295	209	8	30	120	120
Boa Vista	RR	1248	75	72	308	478	11	89	171	192
Uiramutã	RR	644	21	44	271	143	7	24	100	99

Continua

Continuação

Amajari	RR	644	28	48	271	143	7	24	100	99
Alto Alegre	RR	644	33	50	271	143	7	24	100	99
Caracaraí	RR	768	35	51	295	201	8	28	119	119
Palmitos	SC	1307	79	75	310	512	11	96	178	201
Joaçaba	SC	1799	120	96	323	797	13	158	232	277
Anita Garibaldi	SC	900	46	57	299	277	9	45	133	139
Lages	SC	1314	80	75	310	516	11	97	179	203
São Joaquim	SC	1073	60	64	303	377	10	67	152	165
São João do Sul	SC	1011	55	62	302	341	9	59	145	156
Florianópolis	SC	2114	174	125	331	979	14	198	266	326
Blumenau	SC	1759	117	95	322	774	13	153	227	271
São Francisco do Sul	SC	1348	83	77	311	536	11	101	182	208
Joinville	SC	1606	104	88	318	685	12	134	211	247
Rio Negrinho	SC	1101	62	66	304	393	10	70	155	170
Porto União	SC	1294	78	74	309	505	11	94	177	199
Abelardo Luz	SC	1070	60	64	303	375	10	66	152	165
Paraíso	SC	1157	67	68	306	426	10	77	161	178
Rosana	SC	1180	69	41	306	439	10	80	164	182
Mirante do Paranapanema	SC	973	52	69	301	320	9	54	141	150
Palmital	SP	1185	69	60	307	442	10	80	164	182
Itapeva	SP	1059	59	69	303	369	10	65	151	163

Continua

Continuação

Barra do Turvo	SP	854	42	64	297	250	9	39	128	132
Registro	SP	1152	67	55	306	422	10	76	161	177
São Paulo	SP	1928	131	68	327	871	14	174	246	297
Cunha	SP	892	45	102	298	272	9	44	132	137
Pindamonhangaba	SP	1282	77	57	309	498	11	93	175	197
Campinas	SP	1930	131	74	327	872	14	175	246	297
Caconde	SP	1033	57	102	302	354	9	61	148	159
Ribeirão Preto	SP	1795	120	65	323	794	13	158	231	276
Barretos	SP	1429	90	96	313	583	11	112	191	220
Pereira Barreto	SP	1215	72	80	307	459	10	84	168	187
Tobias Barreto	SE	644	33	41	271	143	7	24	100	99
Umbaúba	SE	644	28	50	271	143	7	24	100	99
Salgado	SE	644	30	48	271	143	7	24	100	99
Aracaju	SE	1519	97	49	316	635	12	123	201	234
Santa Rosa de Lima	SE	644	25	84	271	143	7	24	100	99
Japaratuba	SE	644	32	46	271	143	7	24	100	99
Brejo Grande	SE	644	20	50	271	143	7	24	100	99
Propriá	SE	829	40	43	297	236	8	36	125	128
Itabi	SE	644	29	54	271	143	7	24	100	99
Porto da Folha	SE	644	24	48	271	143	7	24	100	99
Canindé de São Francisco	SE	644	26	45	271	143	7	24	100	99

Continua

Continuação

Feira Nova	SE	644	26	47	271	143	7	24	100	99
Nossa Senhora da Glória	SE	644	33	46	271	143	7	24	100	99
Pinhão	SE	644	30	50	271	143	7	24	100	99
Araguaçu	TO	913	47	41	299	285	9	46	135	140
Paraná	TO	644	33	58	271	143	7	24	100	99
Santa Rosa do Tocantins	TO	644	30	50	271	143	7	24	100	99
Taguatinga	TO	811	38	49	296	226	8	34	123	125
Mateiros	TO	1083	61	53	304	383	10	68	153	167
Palmas	TO	1559	100	65	317	658	12	128	205	240
Campos Lindos	TO	644	25	86	271	143	7	24	100	99
Itapiratins	TO	822	39	46	296	232	8	35	124	127
Tocantinópolis	TO	878	44	54	298	206	9	42	131	135
Itaguatins	TO	644	31	56	271	143	7	24	100	99
Araguatins	TO	783	35	49	295	201	8	28	119	119
Araguaína	TO	1166	68	51	306	431	10	78	162	180
Juarina	TO	644	30	69	271	143	7	24	100	99
Pium	TO	644	33	48	271	143	7	24	100	99

