

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO” – UNESP
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

**A ÁGUA COMO RECURSO TERRITORIAL NA AGRICULTURA:
O CASO DE HOLAMBRA/SP**

RENATO DE TOLEDO PERES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. José Gilberto de Souza

Rio Claro (SP)

Abril de 2017

551.49 Peres, Renato de Toledo
P437a A água como recurso territorial na agricultura : o caso de
Holambra/SP / Renato de Toledo Peres. - Rio Claro, 2017
143 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: José Gilberto de Souza

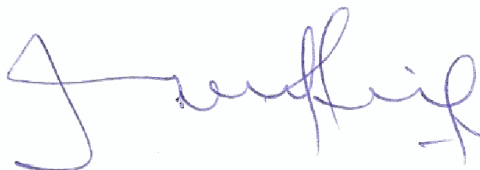
1. Águas subterrâneas. 2. Geografia da água. 3. Recursos
hídricos. 4. Uso da água. 5. Aquíferos. I. Título.

**A ÁGUA COMO RECURSO TERRITORIAL NA AGRICULTURA:
O CASO DE HOLAMBRA/SP**

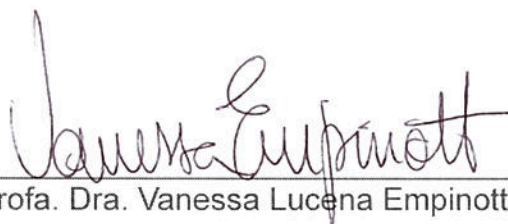
RENATO DE TOLEDO PERES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. José Gilberto de Sousa (Orientador)



Profa. Dra. Vanessa Lucena Empinotti



Prof. Dr. Wagner Costa Ribeiro

Resultado: **APROVADO**

Rio Claro, SP, 13 de Abril de 2017.

***Este trabalho foi dedicado
àqueles que têm fome
por não terem água,
e que ainda têm sede
de terra.***

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a meus pais e irmãos pelo apoio nesta investida acadêmica, e pelo suporte nos momentos mais difíceis.

Ao meu professor, orientador e amigo, Prof. Dr. José Gilberto de Souza, que acompanha e direciona minha trajetória desde o meu segundo ano na Unesp de Rio Claro. Juntos enfrentamos e vencemos diversos desafios nesta jornada.

Agradecimentos especiais a Vinícius Queiroz Veloso e Alan Peterson Lopes, por acreditarem na criação de um grupo de estudos de verdade, dando origem a um projeto que virou realidade.

Agradeço também ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos, FEHIDRO, pelo financiamento do projeto paralelo a este mestrado.

A todos aqueles que participaram dos trabalhos, em Holambra, Petrus, Mariella, Geraldo, Beatriz, Thiago e Carlão, e em Rio Claro, Abbul, Mariano, Poliana, Rodolfo, Milla e Lucas.

Aos amigos Natália e Carlini, pelo companheirismo e alegria proporcionada durante os momentos de dificuldade.

Ao Prof. Dr. Thiago Sanna, pelo apoio e ótimas ideias.

À Prof. Dra. Vanessa Empinotti, pelas excelentes orientações durante a qualificação.

Ao Prof. Dr. Antonio Ioris, pelos trabalhos em conjunto e aulas sobre água.

À Rose, sempre pronta a ajudar no que foi necessário.

Agradecimento especial à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento da bolsa de pesquisa de mestrado sob o processo de nº 2014/05309-2.

Enfim, agradeço a todos, que, de uma forma ou de outra, tornaram possível a execução deste trabalho.

*“... Águas que movem moinhos
São as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes
Pro fundo da terra
Pro fundo da terra*

*Terra! Planeta Água
Terra! Planeta Água
Terra! Planeta Água.”*

*“Planeta Água”
(Guilherme Arantes, 1981)*

RESUMO

Com o aumento da produção agrícola do país nas últimas décadas, a água, recurso fundamental na agricultura, passou a merecer especial atenção. Estudos recentes mostram que boa parte da água utilizada não é recarregável, principalmente quando se trata de fontes profundas, como de aquíferos confinados (GASTMANS et. al, 2013). Esta condição pode levar a situações de déficit hídrico, agravadas pela possibilidade de seca em boa parte do território nacional, como foi registrada nos últimos anos. Uma das formas propostas para contribuir com o melhor aproveitamento dos recursos hídricos é entender a relação que existe entre retirada das águas subterrâneas com seu uso na produção agrícola. Diante disto, este trabalho propõe um estudo sobre a água incorporada na agricultura e sua exportação, com inferências sobre os volumes da produção agrícola brasileira, e uma reflexão acerca da vulnerabilidade dos mananciais hídricos, a partir de um estudo de caso no município de Holambra/SP.

Palavras-chave: água, agricultura, recurso territorial, aquíferos.

ABSTRACT

With the increase of the agricultural production of the country in the last decades, water, a fundamental resource in agriculture, has come to deserve special attention. Recent studies show that much of the water used is not rechargeable, especially when it comes from deep sources such as confined aquifers (GASTMANS et al, 2013). This condition can lead to situations of water deficit, aggravated by the possibility of drought in a large part of the national territory, as recorded in recent years. One of the ways proposed to contribute to the best use of water resources is to understand the relationship between the withdrawal of groundwater and its use in agricultural production. In view of this, this work proposes a study on the water incorporated in agriculture and its export, with inferences about the volumes of the Brazilian agricultural production, and a reflection on the vulnerability of the water sources, from a case study in the municipality of Holambra/SP.

Key words: water, agriculture, territorial resource, aquifers.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Distribuição superficial de água na Terra (Km²)

Tabela 02 – Distribuição do volume de água na Terra (Km³)

Tabela 03 – Distribuição da produção de água na Terra (m³/s)

Tabela 04 – Vazão das Bacias Hidrográficas Brasileiras (m³/s)

Tabela 05 – Disponibilidade de água por habitante (m³/ano)

Tabela 06 – Número de empreendimentos e declarações de carga poluidora no estado de Minas Gerais

Tabela 07 – Causas dos Conflitos por Água no Brasil

Tabela 08 – Produção Agrícola Brasileira em 3 fases (décadas)

Tabela 09 – Umidade na Produção Agrícola Brasileira

Tabela 10 – Proporção de água na incorporação durante a fotossíntese

Tabela 11 – H₂O da Fotossíntese na Produção Agrícola Brasileira

Tabela 12 – Água Física na Produção Agrícola Brasileira

Tabela 13 – Transpiração Potencial da Agricultura Brasileira

Tabela 14 – Produção da floricultura em estufa de Holambra (2016)

Tabela 15 – Águas subterrâneas na Floricultura de Estufa – Holambra 2016

Tabela 16 – Percentual de Umidade das Principais Culturas Florícolas

Tabela 17 – Água Física da Floricultura em Estufa de Holambra (2016)

Tabela 18 – Transpiração x Água Subterrânea – Holambra (2016)

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Evolução do número de áreas contaminadas no Estado de São Paulo

Gráfico 02 – Conflitos pela Água no Brasil

Gráfico 03 – Total da Produção: Cana x Outros

Gráfico 04 – Outros produtos: os quatro maiores depois da cana

Gráfico 05 – Precipitação em Holambra (12 meses: Mar/15 a Fev/16)

Gráfico 06 – Evapotranspiração Potencial Holambra (12 meses: Mar/15 a Fev/16)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Conceitos vinculados à água

Figura 02 – Modelo explicativo do Balanço Hídrico Proposto

LISTA DE MAPAS

Mapa 01 – Conflitos pela Água no Oriente Médio

Mapa 02 – O Polígono do Hidroagronegócio

Mapa 03 – Localização do Município de Holambra na Bacia Hidrográfica

Mapa 04 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra em Holambra, 2016

Mapa 05 – Estufas e poços tubulares em Holambra (2013)

Mapa 06 – Sub-bacias hidrográficas do município de Holambra/SP

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 01 – Reservatório de água pluvial construído em Holambra/SP

Foto 02 – Estufas na Espanha em San Agustin

Foto 03 – Veiling de Holambra

Foto 04 – Entrada do município de Holambra – Estância Turística

Foto 05 – Instalação da Estação Meteorológica em Holambra (2015)

Foto 06 – Balança centesimal

Foto 07 – Recipientes para secagem

Foto 08 – Recipiente para secagem com amostra

Foto 09 – Amostra seca

A ÁGUA COMO RECURSO TERRITORIAL NA AGRICULTURA:

O CASO DE HOLAMBRA/SP

SUMÁRIO

Memorial	14
Introdução	17
Cap. 1 – Água: Recurso Estratégico Territorial	22
1.1 O cenário geopolítico, a “geo”economia e a nova geopolítica dos recursos territoriais	23
1.2 A distribuição de água no mundo	27
1.3 Outros aspectos relevantes	33
1.3.1 Poluição e contaminação	33
1.3.2 Conflitos pela água	40
1.3.3 Hidropolítica	45
1.3.4 Alternativas	47
Cap. 2 – Água: Recurso Territorial na Agricultura	51
2.1 O agronegócio	53
2.2 O hidroagronegócio	57
2.3 A produção da agricultura brasileira	59
Cap. 3 – Balanço Hídrico, Água Física e Pegada Hídrica	65
3.1 O balanço hídrico tradicional	66
3.2 Modelo proposto de balanço hídrico do projeto Unesp/FEHIDRO	68
3.3 O Uso da Água Subterrânea	70
3.4 Água física e incorporação de água	73
3.4.1 Transpiração	81
3.4.2 Outras formas de incorporação	84

3.5 Água Virtual e Pegada Hídrica	85
3.5.1 O conceito de água virtual	86
3.5.2 O cálculo da pegada hídrica	87
3.5.3 As cores da água	94
3.6 Elementos conceituais para análise empírica da água	96
Cap. 4 – O Caso de Holambra/SP	102
4.1 Histórico de Holambra	103
4.2 Aspectos físicos de Holambra	106
4.2.1 Precipitação	109
4.2.2 Evapotranspiração	110
4.3 Uso da terra em Holambra	111
4.4 Produção agrícola e água subterrânea	116
4.5 Água física e umidade	120
4.6 Resultados do modelo de balanço hídrico proposto	125
Considerações Finais	132
Referências	137
Apêndice 01	
Anexo 01	
Anexo 02	

MEMORIAL

Em 2011, quando cursava graduação em Geografia na Unesp de Rio Claro, junto a mais dois colegas, surgiu a ideia de criarmos um grupo de estudos para tratarmos de assuntos ligados à água, às questões ambientais, mas que também mantivesse relação com aspectos sociais, econômicos ou políticos, caracterizando assim um estudo geográfico. O grupo avançou e deu origem, com apoio do Prof. Dr. José Gilberto de Souza, hoje meu orientador, a um projeto financiado pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo (FEHIDRO), intitulado “Modelo de Avaliação de Balanço Hídrico da Bacia do Rio Jaguari, Município de Holambra/SP” (SOUZA, et. al, 2011). Após quase quatro anos de resoluções e discussões acerca de problemas meramente burocráticos, o projeto foi aprovado e o recurso financeiro foi finalmente liberado em final de 2014. Hoje contamos com a participação de seis bolsistas Unesp/FEHIDRO e de uma estação meteorológica instalada em uma propriedade no município de Holambra para fins de pesquisas científicas. O projeto Unesp/FEHIDRO dá apoio e subsídio ao presente trabalho de mestrado, que, por sua vez, visa colaborar com o modelo de balanço hídrico proposto no projeto, principalmente por meio de reflexões acerca da incorporação física de água, atrelada ao conceito de consumo consuntivo (PERES, 2012; PERES, SOUZA, 2012; PERES, SOUZA, 2016). Além disto, o projeto Unesp/FEHIDRO também corrobora com outro trabalho de mestrado (LOPES, 2015) e com diversos estudos, pesquisas e artigos elaborados por seus bolsistas. Este projeto está, até a redação final deste trabalho de mestrado, em andamento, e tem seu término previsto para meados de 2017. Integra-se também a uma linha de pesquisa intitulada “Commodities e Água:

elementos de uma nova geopolítica”, sob a coordenação também do Prof. Dr. José Gilberto de Souza (SOUZA, 2015).

Este mestrado dá ainda continuidade ao que iniciamos em 2012, com o trabalho de conclusão de curso (TCC) em Geografia, também sob orientação do mesmo professor. Na oportunidade, fizemos a avaliação de incorporação de água física em dois importantes produtos agrícolas exportados pelo Brasil, a laranja e os subprodutos da cana-de-açúcar, o etanol e o açúcar refinado, produzindo uma monografia denominada “Consumo e Incorporação de Água na Produção de Commodities Brasileiras” (PERES, 2012). A partir desta linha de pesquisa, também tivemos a oportunidade de participar de dois eventos como apresentadores, primeiro, um painel no XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas em Bonito/MS (PERES, SOUZA, 2012), que fala sobre as variáveis de balanço hídrico propostas no modelo do projeto Unesp/FEHIDRO; e, em segundo, um painel eletrônico apresentado no XV Congresso Mundial de Água (*XVth World Water Congress*, em Edimburgo, 2015), que acabou por provocar, recentemente, a publicação de um capítulo (“Água Incorporada na Agricultura: Considerações ao Balanço Hídrico” – texto original em inglês) no livro *“Agriculture, Environment and Development: International Perspectives on Water, Land and Politics”*, editado pelo Prof. Dr. Antônio Ioris em 2016 (PERES, SOUZA, 2016).

Hoje, utilizamos a metodologia de avaliação de água física incorporada ao produto agrícola para este estudo de mestrado, visando avançar na análise de uso da água na agricultura. Temos como base empírica a floricultura do município de Holambra/SP, que se enquadra perfeitamente como estudo de caso, dadas as características extremamente importantes que o município apresenta, são elas: indicação pelo Departamento de Água e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE-

SP) como uma das principais áreas de restrição hídrica do Estado devido à produção agrícola intensiva (juntamente com Ribeirão Preto e Campinas, estas com restrições causadas majoritariamente pela indústria); elevado padrão tecnológico empregado, com excelente estruturação organizacional, facilitando para a obtenção de informações para a pesquisa, com boa confiabilidade dos dados; alta produtividade e demanda hídrica na agricultura, principalmente na floricultura, onde é feito o uso intenso de poços artesianos. O município também conta com condições fisiográficas ideais de clima, relevo e, principalmente, a presença do aquífero Tubarão, que corroboram consistentemente para o estudo (SOUZA, et. al, 2011).

INTRODUÇÃO

Segundo o antropólogo e filósofo francês Bruno Latour (1994) a água se constitui em um híbrido, pois se faz presente em diversos aspectos da realidade humana, uma vez que mesmo como “bem natural” ela se integra à lógica de valor e uso, segundo os padrões sócio-históricos em que está inserida. As várias ciências, filosofias e conhecimentos humanos se entrelaçam em experiências e fenômenos híbridos, assim sendo, a água faz parte tanto dos sistemas físicos e naturais como dos humanos e sociais. A coerência desta teoria reside na compatibilidade entre as ciências, e que elas contemplem a característica híbrida das entidades ou elementos que estão sendo estudados.

Um parágrafo relativamente simples e curto sobre a água mostra o quanto ela é híbrida em termos científicos, pois é considerada como substância química de fórmula H_2O (*química*), que se apresenta na natureza em três diferentes estados: sólido, líquido e gasoso (*física*) e se revela como fundamental à vida (*biologia*) e, neste sentido, torna-se base material para o processo de desenvolvimento das sociedades humanas, mostrando relevância nos aspectos culturais, sociais e históricos (*antropologia, sociologia, história*).

Esta base material distribui-se irregularmente pelo planeta, influenciando no clima e morfologia terrestre e nas formas de organização social dos grupos, clãs, tribos e Estados, o que lhe dá relações intrínsecas com as estruturas de poder, sem desconsiderar os aspectos econômicos que ela encerra, e que julgamos que, por todos estes aspectos, a água ganha centralidade e importância nos estudos da Geografia.

No caráter disciplinar das ciências modernas, a água se mostra nas diversas áreas do conhecimento de maneira muito intensa, na maioria dos casos como objeto central dos assuntos ou matérias destes campos, o que reforça sua importância e clarifica a relevância de suas interfaces. Esta complexidade faz com que a água se constitua em um híbrido por excelência (SWINGEDOUW, 2004).

Com relação à dimensão escalar da água, é possível fazer uma reflexão. Ela se mostra multidimensional, na medida em que está presente do macro ao micro, do geopolítico ao químico. A água se apresenta como estrutura planetária, sendo ao mesmo tempo via de transporte e fonte de evaporação no caso dos oceanos, rios e lagos. Mas também é microscópica ou molecular, pois faz parte da composição de seres vivos e de várias substâncias. Está presente nas discussões diplomáticas entre nações, nos planos empresariais e também está na alimentação das pessoas, no cotidiano, do banho ao cozer dos alimentos. Ela também pode estar oculta em transações comerciais por estar presente nos produtos agrícolas, de maneira física (real) ou virtual, representativa.

Nas últimas décadas, nosso país tem se destacado como grande produtor agrícola, ou seja, em uma atividade econômica que tem como uma de suas principais características a demanda por recursos hídricos (SOUZA, 2015). Além disso, segundo dados técnicos e informativos do DAEE (2013), alguns municípios brasileiros, como é o caso de nossa área de estudo, Holambra (SP), se configuram em localidades de restrição hídrica, merecendo especial atenção devido à possibilidade de esgotamento de seus aquíferos devido ao uso intensivo de poços artesianos profundos (LOPES, 2015). Dentro de um contexto geopolítico-econômico brasileiro voltado à exportação de commodities (AGRIANUAL, 2010 FREDERICO, 2011; SOUZA et. al, 2010), aliado ao

incremento crescente na perfuração de poços artesianos (ROCHA, 2005; SOUZA et. al, 2011; LOPES, 2015), a compreensão dos conceitos e ensaios na mensuração da relação entre o volume de água retirada de aquíferos e o volume de uso da água para a produção agrícola brasileira passa ser a preocupação norteadora deste trabalho.

Sendo assim, utilizamos o **hibridismo** como ferramenta de estudo e análise dos recursos hídricos, tendo, como objetivo primordial deste trabalho, comparar os volumes de água retirados de mananciais subterrâneos com os volumes incorporados e/ou utilizados na produção agrícola brasileira, fazendo uso, para tal, de um estudo de caso, o município de Holambra. Portanto, para atingirmos a centralidade deste trabalho, iremos analisar alguns conceitos relativos à água, quais sejam: a água virtual/pegada hídrica contrapostos à ideia de incorporação física de água; e modelos de balanço hídrico, colocando o tradicional modelo de Thornthwaite e Mather (1955) complementado pelo modelo proposto no atual projeto Unesp/Fehidro (ainda em andamento, até o fim desta obra, como explicado no Memorial).

Com relação à escolha da área do estudo de caso, o município de Holambra foi eleito, pois perfaz os requisitos ideais para o desenvolvimento da pesquisa (SOUZA, et. al, 2011). Apresentando uma boa estruturação administrativa, com excelente padrão técnico produtivo, a “cidade das flores”, maior produtora da floricultura brasileira, passa atualmente por problemas de abastecimento hídrico para a agricultura. Segundo Peter Whells, vereador do município, “a cidade parece um queijo suíço”, referindo-se à quantidade de poços que já foram perfurados, e ainda assim a necessidade hídrica não está mais

sendo contemplada. Ainda, de acordo com Whells, “os poços estão secando” (UNESP CIÊNCIA, 2013).

Desta forma, consolidamos nosso trabalho da seguinte forma:

No primeiro capítulo abordaremos o cenário geopolítico recente, que a partir do fim da guerra fria passa a conceder espaço a uma lógica geoeconômica, onde a água se insere como um recurso territorial estratégico. Também é colocada a distribuição da água no mundo, além de outras questões pertinentes à questão da água, mas que **não** fazem parte do foco principal deste trabalho.

No segundo capítulo iremos analisar como os processos de modernização da agricultura atuam de forma significativa no recrudescimento do consumo hídrico, entendendo um pouco da lógica do agronegócio e, também, do “hidroagronegócio”. Em seguida, identificaremos as quantidades em toneladas de toda a produção agrícola brasileira, tornando possível no próximo capítulo avaliarmos mais a fundo os volumes de água utilizados em toda a agricultura.

No terceiro capítulo, trataremos de conceitos ligados ao uso da água na agricultura, discutindo as ideias de pegada hídrica (HOEKSTRA, HUNG, 2002) sendo contrapostas pelo conceito de água física (SOUZA et. al, 2010) a partir de uma análise destes conceitos complementados pelos modelos de balanço hídrico tradicional (THORNTHWAITE, MATHER, 1955), e refletindo sobre o modelo proposto de balanço hídrico no projeto Unesp/FEHIDRO (SOUZA et. al, 2011).

No quarto capítulo iremos apresentar a área do estudo de caso, o município de Holambra, maior produtor de flores do país, situado no interior do estado de São Paulo e que sofre atualmente de restrição de uso de águas subterrâneas em muitas propriedades agrícolas, justificando assim a base empírica do presente trabalho. Mostraremos, então, as formas de obtenção de

dados primários de pesquisa, para chegarmos ao que objetivamos quantificar, que são o volume de irrigação dos poços e o volume de água utilizada ou incorporada à produção que é “exportada” (para fora do país, ou, no caso, para fora da bacia), atingindo o questionamento desta dissertação, qual seja: **“Qual é a relação entre água retirada de aquíferos e água incorporada à produção agrícola?”**.

Por fim faremos uma breve reflexão sobre os resultados obtidos e qual postura consideramos mais adequada quanto à utilização de fontes hídricas subterrâneas e processos de otimização do uso da água.

CAPÍTULO 1

Água: Recurso Estratégico Territorial

CAPÍTULO 1 – Água: Recurso Estratégico Territorial

Neste capítulo iremos contextualizar o nosso objeto de estudo, a água, dentro de um cenário geopolítico e econômico mundial que sofreu mudanças dramáticas há algumas décadas atrás, como veremos a seguir. Este cenário partiu de teorias geopolíticas tradicionais, passa por um conceito geoeconômico relativamente recente, e, finalmente, tenta atingir a perspectiva de uma nova geopolítica. Neste contexto, a água se mostra um recurso sobretudo estratégico, sob o qual se estabelecem inúmeras determinações territoriais. Em seguida, como não poderia deixar de ser, examinaremos a distribuição da água no mundo, fator preponderante para as análises dos capítulos subsequentes. Finalmente, com o intento de enriquecer a abordagem do tema, ainda que não necessariamente pertinente ao objetivo deste trabalho, apresentaremos alguns aspectos adicionais que também são consideráveis ao estudarmos a água.

1.1 O cenário geopolítico, a “geo”economia e a nova geopolítica dos recursos territoriais

O período entre o término da Segunda Guerra Mundial em 1945 e o fim da Guerra Fria, no início da década de 1990, com a dissolução da União Soviética, ou seja, um prazo relativamente curto em termos históricos, de menos de meio século, foi suficiente para a transformação do paradigma geopolítico mundial.

As teorias geopolíticas clássicas partiram de Ratzel e Kjellén concebendo o Estado como um organismo vivo; de Mahan considerando o poder

naval como grande diferencial geoestratégico; de Mackinder reconhecendo o “heartland” como o elemento central das disputas territoriais; e de Haushofer embasando geopoliticamente a Alemanha nazista para a Segunda Grande Guerra (CORREIA, 2010).

Estas teorias acabaram por ceder espaço para uma visão de mundo regido também por aspectos econômicos. A capacidade de intervenção política de nações dominantes sobre outras nações deixou de se basear somente, ou principalmente, no poderio militar para ser fundamentada em parte pela dominação comercial. Isto ocorreu a partir de dois fatores principais: primeiro, a evolução da tecnologia bélica nuclear, durante a corrida armamentista, tornou uma possível guerra plena entre as superpotências inviável, principalmente devido aos reflexos negativos por todo o globo terrestre, como a radiação atômica persistente e um inverno nuclear. Como segundo fator, temos o fenômeno da mundialização da economia capitalista, principalmente por meio de blocos econômicos nacionais ou megablocos de mercados regionais, e também do aumento da influência de grandes corporações privadas, que passaram a atuar de maneira relevante nos processos geopolíticos. Grandes grupos econômicos, de Estado ou privados, ou ainda instituições formadas a partir de parcerias entre estes setores, começaram a exercer força de ação ou decisão sobre diversas partes do mundo, de maneira política, econômica ou social. Segundo Vesentini (2000), esta forma de representação da realidade foi concebida por Immanuel Wallerstein como Sistema-Mundo.

Pensando de uma maneira mais geoestratégica, a partir do desenvolvimento da capacidade de deslocamento aéreo aliado à possibilidade de um ataque nuclear, as feições geográficas, mais propriamente as físicas ou

geomorfológicas, perderam parte da relevância se comparadas ao que representavam em uma guerra tradicional pré-atômica, dentro de uma teoria geopolítica clássica. Nesta recém-chegada geopolítica, outros fatores se tornaram muito representativos, como a concentração urbana, a distribuição populacional e a presença de recursos naturais (CORREIA, 2010).

Como forma de entendimento, podemos dizer que a guerra “mundial” passou a ser considerada um risco para toda a humanidade e, portanto, abriu espaço para uma economia em crescimento acelerado, com potencial de negócios da ordem de bilhões de dólares anuais, com capacidade de alteração da lógica econômica local e global. Podemos verificar também que o cenário geopolítico atual aponta para a interação das forças econômicas, partilhando do *modus operandi* do sistema capitalista, o que coloca a guerra não mais apenas como uma ação que objetivaria a resolução de um conflito, mas, também, como uma demanda motivadora de uma ação de mercado, no caso, de armas.

Ademais, através da implantação de grandes complexos industriais, apropriação de espaços gigantescos dedicados à agricultura, exploração de mão-de-obra barata em países subdesenvolvidos, e outras ações, a nova lógica econômica do século XXI passou a ser modificadora de todas as dinâmicas geográficas.

Este contexto nos leva a entender que disputas econômicas têm também a capacidade de dominação de território, aspecto antes típico da lógica geopolítica das guerras, perfazendo uma nova realidade, a geoeconômica.

Caminhando no sentido da mudança geopolítica, a geografia econômica também sofreu mudanças paradigmáticas a partir da ordenação mundial pós-guerra fria. Com a transformação das guerras, tradicionalmente

caracterizadas pelo uso de armamentos, em guerras econômicas, que utilizam armas comerciais ou de *marketing*, a **Geoeconomia** representa “o poder a serviço da geografia econômica” (CORREIA, 2010, p.279).

Entretanto, foi esta concepção geoeconômica que fez surgir, um pouco depois, a suposta ideia de “globalização”, que apontava para o fim do Estado e, sobretudo, de suas intervenções na economia. Esta corrente abriu espaço para as formas de acumulação flexível apresentadas pelas teorias do novo imperialismo, pelas perspectivas de Wallerstein no sistema-mundo, ou de Fernand Braudel com a economia mundo. Seguindo este compasso, a geoeconomia fomentou também a elaboração das teorias neoliberais das décadas de 1970 e 1980 (BATISTA JÚNIOR, 1998)

Blocos econômicos transnacionais, Estados ou grandes corporações, traduzidos em megagrupos econômicos imperialistas passaram a fazer uso principalmente do capital para a dominação do espaço. Similarmente às estratégias de guerra, mas sem o embate armado, estes novos elementos geopolíticos travam verdadeiras batalhas comerciais, jurídicas e de imagem. A tônica do conflito, porém, recai sob a lógica do mercado, que é basicamente o ganho de capital, ou lucro. Apesar do ganho financeiro também ser uma grande motivação dos conflitos armados, principalmente com a possibilidade de reconstrução das regiões afetadas ou destruídas, esta não é apresentada de forma direta, ou seja, é normalmente disfarçada pela busca por “paz”. No entanto, um ponto em comum, ambas as realidades apresentam: a necessidade de recursos. Na guerra armada sempre se busca algum recurso no território inimigo, nem que este seja o próprio território. Na guerra econômica, o uso de recursos,

sejam espaciais, materiais ou humanos, também são semelhantemente necessários (CORREIA, 2010).

Um dos principais recursos, se não o principal, a ser analisado na superfície de um território em questão, é a água, fundamentalmente por se tratar de uma substância inegavelmente necessária à vida, para a produção de alimentos, como meio de transporte marítimo e fluvial, e também como fonte de energia a partir das usinas hidrelétricas. Dentro de todo este contexto, podemos dizer que a água é um recurso territorial estratégico, por neste serem estabelecidas relações de poder, e, sobretudo, também, pois sua presença em todas as partes do mundo se fazer imprescindível. A prova disto reside ainda na grande ocorrência de conflitos, inclusive armados, e até guerras, motivados pela má distribuição natural e geográfica da água (RIBEIRO, 2008).

Diante do que foi visto, e assumindo que a presença ou não da água, como recurso territorial é fundamental para o desenrolar de todas as atividades humanas e, também, naturais, iremos analisar a seguir, com alguma acurácia, como os recursos hídricos estão distribuídos no planeta.

1.2 A distribuição da água no mundo

A água se distribui de forma severamente irregular na Terra e também no nosso país. Para conseguirmos visualizar este fato, temos diversas unidades de medida que podem ser usadas para quantificar a água: i) área (Km²) que apenas serve para termos uma noção da distribuição em escala planetária; ii) volume (Km³) que já nos permite entender a disponibilidade de água doce ou potável; iii) tempo, expresso pela razão metro cúbico por segundo (vazão m³/s)

dando ideia da distribuição regional; e, finalmente, iv) uma medida relativa, de vazão por habitante (m^3/ano por hab.), que já é algo muito mais palpável para entendimento de dinâmicas locais. Veremos a seguir como se apresentam em números.

A primeira medida é a de área, que corresponde à superfície do planeta recoberta pelo líquido em Km^2 , como é mostrado a seguir:

Tabela 01 – Distribuição superficial de água na Terra (Km^2):

Distribuição superficial de água na Terra		
Oceanos e Mares	360.630.000 Km^2	70,7 %
- <i>Oceano Pacífico e Mares adjacentes</i>	179.250.000 Km^2	35,1 %
- <i>Oceano Atlântico, Ártico e Mares adjacentes</i>	106.460.000 Km^2	20,9 %
- <i>Oceano Índico e Mares adjacentes</i>	74.920.000 Km^2	14,7 %
Continentes e Ilhas	149.670.000 Km^2	29,3 %
Total da Superfície da Terra	510.300.000 Km^2	100,0 %

Fonte: UFSC, 1999

Apesar destes dados apenas ilustrarem a imensidão de oceanos que recobrem o planeta, é importante lembrarmos que esta é a origem de provimento de grande parte da água doce fundamental para a vida em nosso mundo, que se apresenta a partir de processos de evaporação articulada à circulação atmosférica, como veremos mais à frente.

A segunda medida, de volume, mostra de outra forma a distribuição de água na Terra:

Tabela 02 – Distribuição do volume de água na Terra (Km³):

Distribuição do volume de água na Terra			
Oceanos e Mares (água salgada)	1.365.000.000	Km ³	97,5 %
Total de água doce	35.000.000	Km ³	2,5 %
- <i>Geleiras</i>	24.000.000	Km ³	1,7 %
- <i>Aquíferos</i>	11.000.000	Km ³	0,8 %
- <i>Rios e Lagos</i>	105.000	Km ³	0,008 %
Volume total de água na Terra	1.400.000.000	Km ³	100,0 %

Fonte: DIONET-GRIVET, 2014

Neste caso, podemos observar claramente o volume de água existente na natureza, e aquele presente em águas doces superficiais, ou seja, rios e lagos. Nota-se que é uma parcela muito pequena (apenas 0,008%). Além disso, essa água não está distribuída uniformemente no planeta, o que nos faz refletir também a respeito da utilização de águas subterrâneas (aquíferos), que têm um volume mais significativo, e que são, especialmente nos dias atuais, e em regiões menos favorecidas pela presença de água, aproveitadas através da utilização de poços, sejam eles artesanais, chamados no Brasil de poços “cacimba” ou “caipira”; ou artesianos, conhecidos também como poços tubulares ou profundos (LOPES, 2015).

Quando analisamos a distribuição de água com maior nível de precisão, uma terceira medida aparece: a “produção”, ou renovação de água, expressa por seu volume em Km³ ou m³ em razão do tempo, em anos ou segundos, dependendo da magnitude ou dimensão da área em questão. A parcela renovável de água doce do planeta corresponde à diferença entre as precipitações e evaporação nas áreas continentais e seria equivalente a cerca de 40.000 Km³/ano, porém grande parte desta produção retorna rapidamente aos oceanos, voltando a ser salgada, baixando o volume disponível para

aproximadamente 14.000 Km³ anuais (PEREIRA JÚNIOR, 2004). O quadro a seguir mostra essa produção em várias partes do mundo em m³ por segundo:

Tabela 03 – Distribuição da produção de água na Terra (m³/s):

Distribuição da produção de água na Terra		
Ásia	458.000 m ³ /s	31,6 %
América do Sul (com Brasil)	334.000 m ³ /s	23,1 %
Brasil	168.790 m³/s	11,7 %
América do Norte e Central	260.000 m ³ /s	18,0 %
África	145.000 m ³ /s	10,0 %
Europa	102.000 m ³ /s	7,0 %
Antártica	73.000 m ³ /s	5,0 %
Oceania	76.000 m ³ /s	5,2 %
Produção total de água na Terra	1.448.000 m ³ /s	100,0 %
Fonte: PEREIRA JÚNIOR, 2004		

Ao observarmos a Tabela 3, vemos que apenas no Brasil se processa aproximadamente 12% da renovação mundial de água. Esse é um valor significativo para uma única área no mundo, um país, se analisado em números absolutos, o que faz com que alguns autores, como veremos no próximo capítulo, considerem o Brasil como abundante ou autossuficiente em água, sendo, nessa perspectiva forte candidato a “fornecedor mundial de água virtual” (HOEKSTRA, HUNG, 2002, p.09). Entretanto, por se tratar de um país de dimensões continentais, não podemos ignorar as diferenças entre suas regiões, como mostra a tabela a seguir:

Tabela 04 – Vazão das Bacias Hidrográficas Brasileiras (m³/s):

Vazão das Bacias Hidrográficas Brasileiras				
Bacia Hidrográfica	Região / Estado	Vazão		
Amazonas (total América)	N	209.000 m ³ /s	81,1 %	
Atlântico Sul - Trecho Norte	N / AP	3.660 m ³ /s	1,4 %	
Atlântico Sul - Trecho Nordeste	NE	5.390 m ³ /s	2,1 %	
São Francisco	SE / MG e NE	2.850 m ³ /s	1,1 %	
Tocantins - Araguaia	N e CO	11.800 m ³ /s	4,6 %	
Atlântico Sul - Trecho Leste	SE e NE / litorâneos	680 m ³ /s	0,3 %	
Paraná (Brasil)	SE, CO e S	11.000 m ³ /s	4,3 %	
Paraguai (Brasil)	CO	1.290 m ³ /s	0,5 %	
Atlântico Sul - Trecho Sudeste	S e SE	4.300 m ³ /s	1,7 %	
Uruguai (Brasil)	S	4.150 m ³ /s	1,6 %	
Total Bacias Brasileiras ¹		257.790 m³/s	100,0 %	

Fonte: PEREIRA JÚNIOR, 2004

Nota-se, então, que toda a grandiosidade em termos de disponibilidade hídrica no Brasil fica restrita à região Norte, que acaba por se mostrar maior que o total do país em termos absolutos (209.000 m³/s contra 168.790 m³/s) (PEREIRA JÚNIOR, 2004). Isso ocorre na medida em que são incluídas as vazões exógenas¹ da Bacia Amazônica, ou seja, águas provenientes de chuvas que se precipitam em rios fora do território brasileiro, explicando também a diferença no total geral (Tabela 04).

Considerando-se uma medida relativa demográfica, relacionando as regiões mais densamente povoadas do país, teremos um cenário de escassez hídrica, e não de abundância, principalmente quando associamos a disponibilidade hídrica regional com a população (Tabela 05).

¹ Total Bacias Brasileiras inclui entradas de água na Bacia Amazônica provindas de outros países (exógenas).

Tabela 05 – Disponibilidade de água por habitante (m³/ano):

Disponibilidade per capita de água no Brasil		
<u>Região</u>	<u>Vazão / hab.</u>	<u>razão da média</u>
Norte	362.000 m ³ /ano	11,0
Nordeste	3.100 m ³ /ano	9%
Centro-Oeste	66.000 m ³ /ano	2,0
Sudeste	3.700 m ³ /ano	11%
Sul	16.000 m ³ /ano	49%
Total Brasil	32.941 m³/ano	(média)

Fonte: PEREIRA JÚNIOR, 2004

Os números relativos desta relação vazão/população demonstram que a região Norte apresenta um “estoque” de água para seus habitantes 11 vezes superior a média nacional, e a região Centro-Oeste duas vezes. Em compensação a região Nordeste fica com apenas 9% da média nacional, o sudeste em 11% e o Sul é proporcional a 49% da média brasileira. Ou seja, a populosa e industrializada região Sudeste tem uma disponibilidade de água por habitante apenas um pouco superior à região Nordeste, efetivamente conhecida pelos regimes de secas no Sertão semiárido (AB’SABER, 1977).

A distribuição de água no planeta, e também no país é, portanto, de sobremaneira irregular, não cabendo, neste sentido, homogeneizações nas análises que permeiam a questão da água. Questão esta que se mostra eminentemente geográfica e que necessita de enfoques profundos em diversos aspectos, principalmente no que diz respeito à disponibilidade espacial, ao clima predominante, à demanda hídrica natural, social e econômica e também aos aspectos políticos e geopolíticos envolvidos.

No próximo capítulo iremos nos concentrar em entender como este recurso, tão mal distribuído, é usado na agricultura. Porém, antes disto, iremos colocar, a seguir, alguns aspectos que se situam, até certo ponto, um pouco fora

do nosso eixo de trabalho, mas que servem para ilustrar como a questão da água é relevante em nosso país e no mundo.

1.3 Outros Aspectos Relevantes

Nesta parte do trabalho apresentaremos, apenas para demonstrar um pouco da diversidade e grandiosidade do tema, outras abordagens relativas à água, sejam elas em termos ambientais, com problemas de poluição e contaminação; em termos sociais, mostrando conflitos que ocorrem no país e no mundo; em termos políticos, com a ideia de Hidropolítica; e até mesmo tecnológicos, com algumas alternativas heterodoxas para o problema.

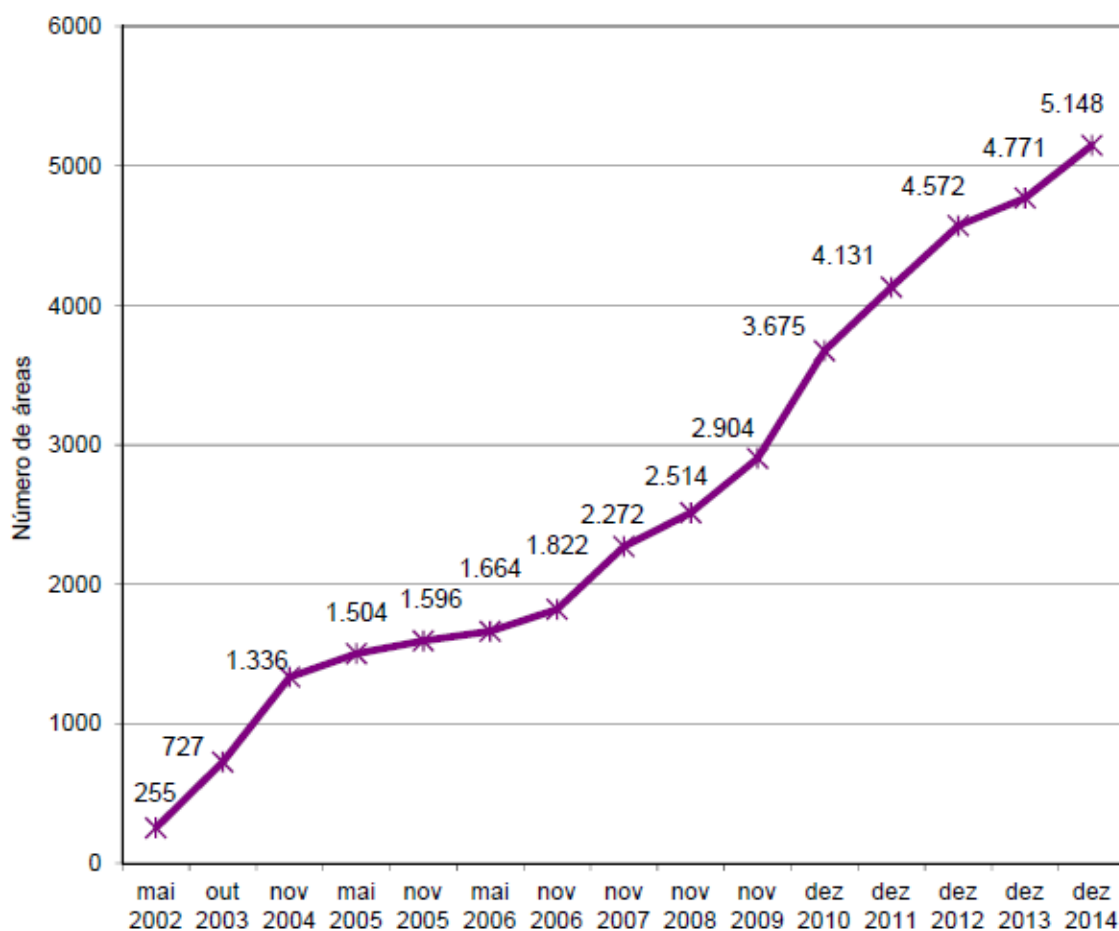
1.3.1 Poluição e contaminação

Apesar deste item do trabalho não fazer parte dos nossos principais objetivos, é importante levarmos em consideração que é justamente devido aos problemas de contaminação e poluição que foi criado o conceito de Pegada Hídrica Cinza (HOEKSTRA, MEKONNEN, 2011), uma das “pegadas” que aumenta consideravelmente o volume de “água virtual” a ser comercializado entre países. A água virtual foi um conceito criado por Antony Allan (1998), para identificar e mensurar o volume de água direta e indiretamente utilizado na cadeia produtiva de um produto, depois utilizado por Hoekstra e Hung (2002) para embasar as teorias de Pegada Hídrica (e suas “cores”). Estas ideias de pegada hídrica e água virtual serão discutidas no terceiro capítulo.

Para compreendermos a problemática acerca da poluição e contaminação de águas no Brasil, ou em qualquer lugar do mundo, é preciso ter claro como são definidos os dois conceitos. Segundo Daniel Nass (2002), poluição é uma ação humana que altera o ambiente tornando-o prejudicial ao ecossistema e ao bem estar dos seres humanos, independentemente de qual substância esteja causando a alteração. É possível ainda que a mesma seja efetuada por agentes não químicos ou não biológicos, como por exemplo, pelo som (poluição sonora) ou por alterações na temperatura (no caso do ambiente aquático, por exemplo, o excesso de calor pode causar desequilíbrio em algumas cadeias ecológicas). Outro fator que gera confusão acerca da poluição é a disseminação de nutrientes na água, pois a sua presença por si só não é nociva, porém, quando em altas concentrações, podem causar problemas, principalmente por diminuição da oxigenação. Já a contaminação é a presença de agente químico (substância química tóxica), biológico (microrganismo patogênico) ou físico (radioatividade, por exemplo) em quantidade acima e um mínimo aceitável, prejudicial à saúde humana ou ao meio. (NASS, 2002). O Conselho Nacional do Meio Ambiente disponibiliza tabelas com as máximas concentrações de agentes permitidos, além de resoluções a respeito, que foram concentradas em um compêndio com mais de mil páginas. Este livro conta inclusive com um capítulo dedicado à “Qualidade da Água” publicamente disponível através do site do Ministério do Meio Ambiente (www.mma.gov.br) que informa por meio de diversas tabelas os parâmetros máximos de concentração de contaminantes permitidos, dispostas na Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, publicada no DOU nº 053, de 18 de março de 2005 (CONAMA, 2012, p.374).

Com o avanço da indústria e da agricultura houve um significativo incremento na tecnologia química e bioquímica, a partir do desenvolvimento de novos produtos, o que gerou maior volume de descarte poluidor por parte da indústria e um aumento acelerado no uso de agentes químicos em fertilizantes e agrotóxicos, além de outros produtos químicos ligados à evolução geral da ciência e da técnica. Segundo levantamento publicado em final de 2014 pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), somente neste estado existem atualmente 5.148 áreas contaminadas oficialmente registradas, sendo os postos de combustíveis, com 3.825 casos, a principal fonte de contaminação (CETESB, 2014). Apesar destes não estarem diretamente ligados à indústria ou agricultura, o combustível automotivo (incluindo-se caminhões) fornecido por estes postos faz parte de uma lógica de infraestrutura urbana e rodoviária que atende aos transportes de produtos agrícolas e industriais, portanto é proporcional ao crescimento destes setores. Além disto, foram registrados 862 casos ligados à indústria e 47 casos ligados à agricultura. O gráfico a seguir mostra a evolução acumulada do número de áreas contaminadas no estado.

Gráfico 01 – Evolução do número de áreas contaminadas no Estado de São Paulo



Fonte: CETESB, 2014

É importante salientar que este número corresponde aos registros de contaminação que se acumularam ano a ano. Esta é uma forma de mostrar a gravidade do problema, pois estes números estão se ampliando, mas não significam novas contaminações no período. Estes dados mostram, na verdade, que foram feitos os levantamentos e registros de contaminações pré-existentes, ou seja, a CETESB trabalha atualmente para a captura destas informações, que teve início em 2002 e que continua aumentando, chegando-se assim a valores acumulados. A CETESB informa ainda que a predominância do número de casos de contaminação por postos de combustíveis se deve a um programa de

licenciamento que se iniciou em 2001, com a publicação da Resolução CONAMA nº 273, de 2000, o que possibilitou o registro dos dados levantados. Isto significa que o número de contaminações em outras áreas, industriais e agrícolas pode ser muito superior.

Ainda segundo a CETESB, os dados (atualmente) mostram que os contaminantes são classificados em grupos, e, por serem provenientes principalmente de postos de combustíveis, o que mostraram maior ocorrência foram, em ordem decrescente: solventes aromáticos (presentes em 3.730 análises), combustíveis automotivos (3.015 ocorrências), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos – PAHs (2.201 ocorrências) e metais (864 ocorrências), entre outras em menor número. Devido a estes agentes químicos estarem invariavelmente contaminando os corpos d'água, a CETESB separa as áreas afetadas por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), sendo a UGRHI 6 (Bacia do Alto Tietê – região metropolitana de São Paulo) a mais contaminada, com 2.675 casos. A UGRHI 5 (Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí) objeto do estudo de caso deste trabalho está em segundo lugar com 722 registros (CETESB, 2014).

A Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD/MG) é outro órgão que inspeciona casos de degradação ambiental nas bacias hidrográficas do estado, e assim como a CETESB, disponibiliza dados de áreas contaminadas. A FEAM iniciou em 2009 a inserção das “Declarações de Carga Poluidora”, procedimento criado junto ao Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMAnet), que conta com a declaração, por parte das empresas, da descarga de efluentes líquidos, para

gerenciamento e ações de melhorias. No ano de 2012, foram contabilizados, segundo o relatório de avaliação das declarações de carga poluidora, 1277 declarantes, sendo que os lançamentos de efluentes foram distribuídos por atividade econômica, conforme tabela a seguir:

Tabela 06 – Número de empreendimentos e declarações de carga poluidora no estado de Minas Gerais

Número de empreendimentos com declaração de carga poluidora registradas, segundo grupo de atividade, ano base 2012.

Grupo de Atividades	Nº de empreendimentos	Nº de declarações
A Mineração	179	379
B Indústrias / Metalurgia e Outras	229	342
C Indústrias / Química	179	207
D Indústrias / Alimentícias	182	202
E Infraestrutura	29	44
F Serviços e Comércio	65	85
G Agrossilvipastoris	15	18
Total	878	1277
	<i>Média de declarações por empreendimento:</i>	1,45

Fonte: FEAM, 2014

É importante ressaltar que, tanto a FEAM (MG), como a CETESB (SP), trabalham em parceria com os órgãos gerenciadores de recursos hídricos de seu respectivo estado, o que mostra que os corpos d'água, sejam superficiais ou subterrâneos, são os principais atingidos por problema de contaminação, além disso, é possível executar análises químicas em laboratório com amostras, pois as mesmas, por características próprias da água, contêm diluída de forma uniforme os agentes contaminantes (BERG, 2014).

Outros estados do Brasil também possuem agências ambientais que são responsáveis, entre outras atividades, por gerenciar e controlar a poluição e contaminação dos corpos hídricos. O portal do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) divulga os endereços

eletrônicos de cada uma delas, em geral vinculadas à secretaria ambiental de cada estado (IBAMA, 2015).

Com relação à cana de açúcar, um dos maiores problemas gerado pela sua expansão no estado de São Paulo é que, devido ao uso da vinhaça (ou vinhoto) para irrigação e fertilização da área de produção agrícola, ocorre a nitrificação do solo. A vinhaça é um subproduto da produção de açúcar e etanol, rico em nutrientes e diluído em água, que se torna, portanto, adequado à irrigação e fertilização das lavouras, pelo processo conhecido como “fertirrigação”. O problema está nos altos teores de nitratos e fosfatos que fazem da vinhaça um agente contaminante de aquíferos, pois gera eutrofização no ambiente, efeito causado pelo excesso de nutrientes (SOUZA, PERES, 2012).

Outra problemática vinculada aos processos agroindustriais é derivada do uso crescente de agrotóxicos no Brasil. Segundo Larissa Bombardi (2012), o país é líder mundial na demanda deste tipo de produto, sendo responsável por consumir 1/5 de toda a produção mundial. Entre os anos de 1999 e 2009 ocorreram pelo menos 62 mil casos de intoxicação provenientes de agentes contaminantes presentes nos agrotóxicos, sendo que, de acordo com a autora, existe subnotificação dos casos de intoxicação por este tipo de reagente da ordem de 1/50, ou seja, para cada um dos 62 mil casos podem haver 50.

Podemos, então, afirmar que a contaminação dos recursos hídricos é mais um fator que leva a falta dos mesmos, visto que a água contaminada se torna imprópria para o consumo. Além disso, os outros fatores que vimos até agora, relativos à distribuição irregular da água e ao incremento da produção agrícola e industrial, com acréscimos acelerados na demanda pelos recursos

hídricos levam a cenários de escassez de água, fator preponderante na geração de conflitos sejam eles nos âmbitos nacional ou internacional.

1.3.2 Conflitos pela água

Já vimos que a água é um recurso mal distribuído e, portanto, restrito em muitas partes do globo. E também já sabemos que essa mesma água, em ritmo acelerado de consumo, está sendo contaminada cada vez mais. Não é de se estranhar, portanto, que toda esta conjuntura gere conflitos pelo planeta, sejam disputas políticas, embates armados e até mesmo guerras.

Segundo Correia (2010), conflitos são formas de afrontamento intencional, que por vezes usam de violência física para se conquistar algum direito, **recurso** ou poder. Podem ser de quatro tipos: “não guerra” – situações de crise sem violência; “violência sem guerra” – onde há o uso de violência porém sem chegar-se à guerra, como é o caso de sabotagem ou terrorismo; “guerra sem violência” – com manobras militares de prontidão mas sem o confronto, como foi o caso da Guerra Fria; e, por último, a “guerra violenta” – ou seja, coação violenta, propriamente caracterizada como “guerra”, ou seja, “situação de luta armada entre Estados” (CORREIA, 2010, p.54). Os conflitos, também, são uma forma de manifestação da situação geopolítica, como abordamos anteriormente ou ainda, no caso do Brasil, de uma falta de políticas públicas socialmente responsáveis para o tratamento do acesso à água que não privilegiem a esfera privada (RIBEIRO, 2008).

Segundo reportagem da TV Cultura (Matéria de Capa: “As Guerras da Água”) publicada em 24/12/2012, dos 15 países mais carentes em água do mundo, 11 estão no Oriente Médio.

Mapa 01 – Conflitos pela Água no Oriente Médio



Fonte: Imagem retirada da reprodução no youtube.com (TV Cultura, 2012)

De acordo com Ministério da Defesa da Inglaterra, o principal motivo para o agravamento da situação de escassez hídrica no Oriente Médio é o aumento populacional, sabendo-se que a população dessa região deverá aumentar em 130% até 2030.

A Anistia Internacional, apoiada pelas organizações internacionais “*Save the Children*” (“Salvem as Crianças”) e “Ajuda Médica para os Palestinos”, acusa Israel de negar acesso à água aos habitantes da Palestina e Cisjordânia. Com o domínio das Colinas de Golã, o aquífero disputado com a Síria passa a ser de domínio israelense controlando a água no local, inclusive proibindo poços e captação em telhados. O órgão ainda indica que a contaminação da água é dez vezes maior que o normal na Palestina na Faixa de Gaza. Iraque, Síria e Turquia têm como alvo também da disputa os Rios Tigres e Eufrates. Estando mais bem

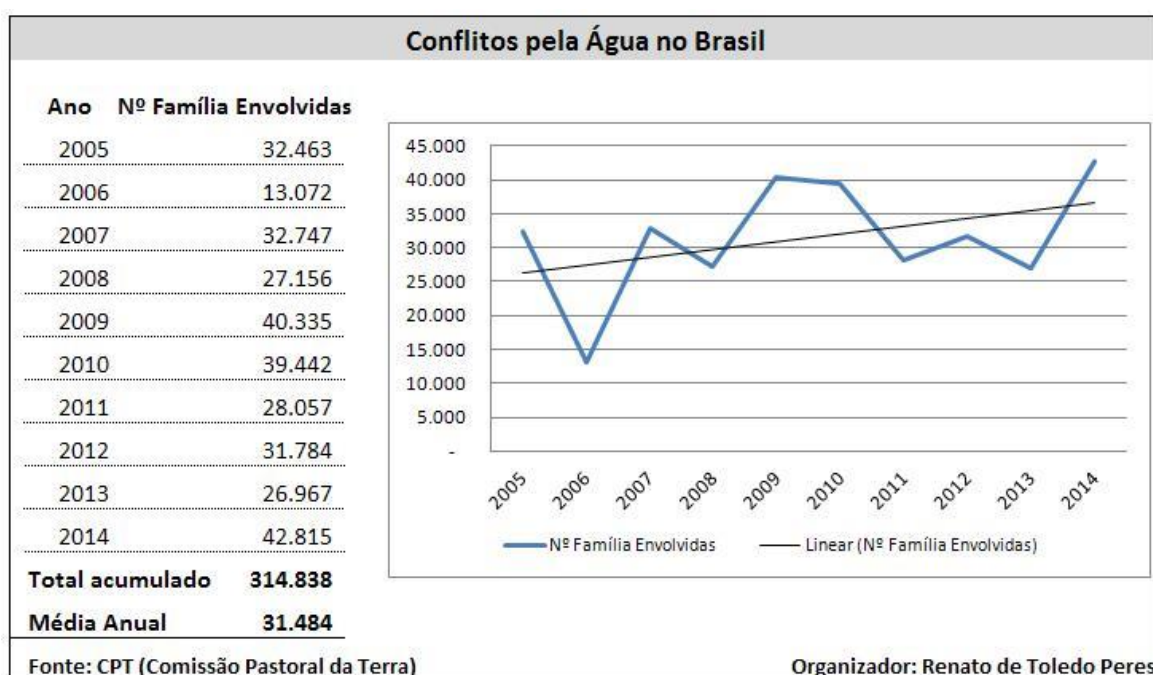
posicionados, os países situados na cabeceira têm vantagem sobre o aproveitamento do recurso (TV CULTURA, 2012).

Enquanto isso, o Egito reclama, como direito histórico, as águas do Rio Nilo, porém, segundo o governo egípcio, até 2017, a retirada de água pelos países, será maior que a vazão do próprio rio (TV CULTURA, 2012).

A situação no Brasil a primeira vista é favorável, pois como já vimos, o país conta com quase 12% de toda a água potável do mundo, porém devido aos problemas da distribuição espacial que já foram também explicados, este imenso volume não está disponível a todos.

Segundo a Confederação Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB) e também segundo a Comissão Pastoral da Terra (CPT), no país ocorreu desde o ano de 2005 até o ano de 2014 uma quantidade de conflitos que atingiu ao todo 314.838 famílias, número acumulado em dez anos, segundo o gráfico a seguir:

Gráfico 02 – Conflitos pela Água no Brasil:



Fonte: CPT, 2015.

Nota-se que o último ano foi recorde, com mais de 42 mil casos de conflitos, o que demonstra também uma tendência de crescimento.

Conforme análise feita pela CPT, estes conflitos se distribuem da seguinte forma:

Tabela 07 – Causas dos Conflitos por Água no Brasil

Causa do Conflito	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Apropriação Particular	296	845	318	1.073	1.655	353	85	42	545	699	5.911
Barragens e Açudes	23.866	10.013	20.613	16.495	19.847	20.431	12.277	21.468	13.422	22.739	181.171
Uso e preservação	8.301	2.214	11.413	9.588	19.236	18.658	15.695	11.474	11.800	19.377	127.756
Total	32.463	13.072	32.344	27.156	40.738	39.442	28.057	32.984	25.767	42.815	314.838

Fonte: CPT, 2015

Esta tabela nos mostra o quanto a construção de barragens gera tensões no campo, principal motivo dos conflitos. Segundo Roberto Malvezzi (CPT, 2015),

“Os conflitos por barragens e açudes se dão sobretudo por projetos de construção hidrelétricas - grandes, médias ou pequenas - ou por outros projetos que não cumprem os devidos procedimentos legais, ou quando expropriam famílias de pequenos proprietários, assentados, posseiros, ribeirinhos, indígenas, quilombolas, pescadores. Ou quando estes projetos não cumprem uma política de reassentamento, ou fazem reassentamentos inadequados, ou simplesmente se negam a efetuar o reassentamento das famílias.”

Ainda de acordo com Malvezzi, os conflitos relacionados ao uso e preservação da água são aqueles ligados à destruição de matas ciliares, com consequente perda das fontes d'água, ou devido à poluição dos mananciais pela mineração ou por agrotóxicos. Destaca, ainda nesta categoria, a pesca predatória e a cobrança pela água.

No caso da apropriação particular, Malvezzi explica que se dá quando são feitos barramentos ou desvios de cursos d'água, dificultando o acesso por parte das famílias.

A CPT mostra ainda que nas tabelas que compõe o relatório dos conflitos pela água constam os seguintes registros: “diminuição ou impedimento de acesso à água”, (quando um manancial ou parte dele é apropriado em benefício privado, impedindo o acesso da população); “desconstrução do histórico-cultural dos atingidos; ameaça de expropriação; falta de projeto de reassentamento ou reassentamento inadequado ou não reassentamento; não cumprimento de procedimentos legais” (ex.: relatórios de licenciamento ambiental EIA-Rima, audiências públicas, licenças diversas e/ou ambientais); “divergências na comunidade por problemas como a forma de evitar a pesca predatória ou quanto aos métodos de preservar rios e lagos, etc.; destruição e/ou poluição” (quando há destruição das matas ciliares, ou uso de agrotóxicos e outros contaminantes que tornam a água imprópria para o consumo); e “cobrança pelo uso da água” (CPT, 2015, p.15).

Os estados brasileiros mais atingidos por conflitos pela água são Pará, Rio de Janeiro e Minas Gerais, sendo que os três juntos representam mais da metade da totalidade dos casos. Ainda segundo a CPT, o estado de São Paulo conta com apenas 1% das ocorrências, sendo o número de famílias atingidas de 3.148, número este acumulado entre 2005 e 2014, ficando SP em 18º lugar no ranking de conflitos.

A água, então, apresenta-se como objeto de conflitos, desde o passado até os dias atuais. Porém, não é apenas a partir do embate armado que a luta pelo recurso ocorre. Com um mundo cada vez mais controlado pelos anseios do

capital (IORIS, 2013), as grandes *holdings* de empresas multinacionais também se colocam a frente nesta disputa, e a partir de um cenário de escassez e confrontos cada vez mais acirrados, a água se coloca como objeto de análise pela perspectiva teórica da dimensão hidropolítica.

1.3.3 Hidropolítica

Podendo explorar um pouco mais o contexto geopolítico ligado à água, nos remetemos a Hidropolítica. Queiroz (2012) aborda as relações estatocêntricas relativas aos recursos hídricos e as interações conflituosas ou cooperativas entre agentes relacionados ao uso da água em suas diversas formas, como questões que merecem especial atenção na organização política. De acordo com o autor, estas são questões sensíveis²: “o equilíbrio de poder, a estabilidade política, o grau de desenvolvimento econômico dos atores envolvidos e, conseqüentemente, a segurança de cada um daqueles que, em alguma medida, dependem desses recursos comunais o que, igualmente, revela uma ligação peculiar com a lógica da contigüidade física”. Ele se utiliza do conceito de Complexo Regional de Segurança (CRS) e recorre às contribuições da Escola de Copenhague que, “a partir de uma perspectiva amplamente baseada no Construtivismo Social, propõe o alargamento do conceito de segurança de forma a nele contemplar a existência de ameaças não militares e a atuação de atores não estatais” (QUEIROZ, 2012, p.40-41).

Neste sentido, observamos que os grandes empreendimentos de infraestrutura tanto energética quanto de transporte se sobrepõem à lógica

² “Conhecimento Sensível é todo conhecimento sigiloso ou estratégico, cujo acesso não autorizado pode comprometer a consecução dos objetivos nacionais e resultar em prejuízos ao país, necessitando de medidas especiais de proteção. (Portaria nº 42 GSIPR, 19 de Agosto de 2009)” (ABIN, 2015)

empresarial. Grandes corporações multinacionais se alinham a interesses de estado conseguindo vantagens competitivas com relação ao recurso hídrico. Ainda segundo Queiroz, a água também se configura em objeto de conflitos geopolíticos mundiais. Por ele são apresentadas tensões referentes ao uso da água, a exemplo do que ocorre nas bacias do Prata e Amazônica, onde o líquido representa principalmente interesses multinacionais à matriz hidroenergética e à navegação fluvial respectivamente, conformando tais localidades em Complexos Hidropolíticos (CH) ou Complexos Hidropolíticos de Segurança (CHS). Nesses processos a água se articula a problemas centrais de uso, qualidade e disponibilidade, empreendimentos e conflitos, entre outros.

Desta forma, o autor nos chama a atenção para outros usos da água, que além de ser alimento (bebida) e fonte de alimento (agricultura, dessedentação animal), também é um meio de transporte a partir da navegação e, portanto, objeto de ligação entre espaços, fundamentais na lógica geoestratégica, além de ser também uma fonte de energia, através das hidrelétricas.

Outro aspecto pertinente à questão hidropolítica diz respeito às privatizações dos serviços de água e esgoto. De acordo com o relatório de pesquisa do projeto *PRINWASS*, apesar da possibilidade da melhoria na qualidade da prestação do serviço, as tarifas cobradas no serviço de abastecimento e esgotamento têm recebido aumentos significativos, se comparados à taxa média da inflação e aos valores pagos em municípios com o serviço público (WATERLAT, 2014). Esta é uma situação que caminha na direção da mercantilização da água, contrária à noção de direito à mesma.

Portanto, da mesma forma que temos diferentes usos para a água, temos também diferentes maneiras de obtê-la. Já apontamos anteriormente para

a possibilidade de perfuração de poços, porém em algumas partes do planeta, aquíferos não se apresentam a contento, sendo então criadas outras formas de amenizar a falta do recurso, como veremos em seguida.

1.3.4 Alternativas

Com os recentes problemas de falta de água em grandes cidades brasileiras como São Paulo, alguns questionamentos a respeito de métodos alternativos de “produção”/obtenção do recurso têm surgido na mídia. Um deles é com relação à dessalinização da água do mar para consumo urbano e industrial. A Sabesp disponibiliza publicamente em seu site informações a respeito destas medidas emergenciais (SABESP, 2015). A dessalinização é o processo físico-químico para a retirada do sal da água do mar tornando-a “doce” e potável. Existem quatro tipos possíveis de dessalinização:

A Osmose Inversa, que se trata da aplicação de forte pressão no líquido, fazendo com que a água atravessasse uma membrana semipermeável de poros microscópicos, retendo o sal e outras substâncias indesejáveis tais como areia e micro-organismos. Uma segunda tecnologia se refere à Destilação Multiestágios, onde a água sofre forte aquecimento entrando em ebulição (fervendo) e depois é condensada em vários estágios em recipientes que recebem a água pura. Assemelha-se ao processo de destilação de bebidas alcoólicas. Dessalinização Térmica, semelhante ao processo anterior, se refere a um terceiro processo de produção/obtenção, porém a água não é fervida, e sim aquecida pelo calor solar e evaporando lentamente em recipiente transparente, sendo condensada naturalmente e escorrida para o recipiente onde é coletada. É

o processo mais antigo. Por último, o processo mais recente, ainda em desenvolvimento, chamado Congelamento, que retira o sal da água previamente congelada, pois o sal não acompanha o congelamento da água. Todos estes processos são dispendiosos e necessitam de uma fonte de energia para gerar pressão, calor ou frio no processo. Alguns países como Arábia Saudita, Kuwait, Israel e Chipre, que não possuem reservas ou que já esgotaram seus aquíferos, utilizam medidas desta natureza (SABESP, 2015).

Para o Brasil ainda é mais viável a utilização de águas doces, sejam superficiais ou subterrâneas, portanto o cuidado contra a poluição e contaminação ainda são essenciais, por este motivo e por outros de ordem ambiental.

Constatamos que alguns produtores agrícolas já estão fazendo uso da construção de “piscinões” (reservatórios artificiais) como forma de armazenagem de água da chuva, que de maneira geral é abundante no país, pelo menos nas estações mais úmidas, conforme a região.

Foto 01 - Reservatório de água pluvial construído em Holambra/SP



Crédito da imagem: Renato Peres (2014)

Na fotografia acima observamos um tanque construído em uma propriedade em Holambra/SP, que exerce papel fundamental no abastecimento da produção agrícola nos períodos de estiagem. O tanque é construído a partir de uma escavação de 1,5 m de profundidade no local e recoberto com material impermeável.

Parece-nos, no caso do Brasil, que a solução acima é muito mais viável que o caro processo de dessalinização, principalmente porque, apesar da frequência irregular, o país ainda é abundante em chuvas, portanto é uma alternativa a ser considerada e que já dá provas de sucesso na floricultura no município de Holambra/SP, como pudemos averiguar durante a elaboração da pesquisa deste trabalho.

É importante também considerarmos que não é o consumo urbano domiciliar das cidades o maior responsável pela demanda hídrica no país e no mundo.

Em resumo, as considerações apresentadas neste capítulo nos mostram que, para compreendermos como a água é apresentada como um recurso estratégico territorial, partimos de uma breve análise do cenário geopolítico, que tem atualmente, como um dos fatores mais decisivos, o poderio econômico, exercido por grandes grupos empresariais de capital privado. Esta característica da geopolítica está sendo chamada de Geoeconomia, onde o uso de recursos naturais, como terra ou água, são configurados em recursos territoriais devido ao estabelecimento de relações de poder entre as partes. Esta importância econômica atrelada à má distribuição de água em todo o mundo se torna uma variável preponderante nas condições de uso e troca.

Outros fatores, como a poluição e contaminação de corpos hídricos, crescentes no país fazem com que este recurso se torne menos disponível nas suas condições ideais de utilização ou consumo. No mundo, e também no Brasil, foram levantados alguns exemplos de situação de conflitos pela água, que a carência da mesma por uma das partes pode acarretar. Neste sentido a água também se torna objeto da Hidropolítica, que objetiva estudar as características da água de importância política e de segurança nacional, como uso para a geração de energia, para o transporte marítimo ou fluvial, e também como objeto de interesse de empresas de prestação de serviços de abastecimento e esgoto.

Finalmente, apresentamos algumas alternativas às formas mais comuns de obtenção do líquido, como a dessalinização e o armazenamento em reservatórios pluviais artificiais.

CAPÍTULO 2

Água: Recurso Territorial na Agricultura

CAPÍTULO 2 – Água: Recurso Territorial na Agricultura

As megacorporações, ao se tornarem os grandes agentes político-econômicos, têm hoje papel fundamental na transformação do espaço, construindo e delimitando territórios, e se apropriando dos recursos ali presentes, sejam eles, a própria terra ou a água, traduzidas, então, como recursos territoriais. A ação destes agentes econômicos é movida pela união de interesses das empresas de capital privado entre si, ou, em alguns casos, se inicia com a parceria destes grandes grupos com representantes das empresas públicas ou dos Estados, para realização de objetivos de interesse privado. Nesta lógica, a força de trabalho, ou seja, a própria população que habita o território, e que deveria ser representada pela figura do Estado, é traduzida como recurso humano, e se torna refém dos interesses de minorias elíticas. Trabalho, terra e água. Todos se transformando em recursos territoriais na mão do empreendedor (SOUZA, 2015).

Portanto, neste segundo capítulo, iremos abordar a agricultura, e como esta atividade econômica se transformou em uma grande consumidora de recursos territoriais no Brasil e no mundo, principalmente a partir de sua mecanização e expansão. Neste sentido, faremos o levantamento de dados da produção agrícola brasileira desde 1990, a partir de banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), e que serão utilizados, no terceiro capítulo, para estimar a quantidade de água utilizada nesta produção, atingindo, assim, a centralidade deste estudo em termos nacionais.

2.1 O agronegócio

Nos últimos duzentos anos, ou seja, a partir da Revolução Industrial, e com o modelo capitalista se espalhando rapidamente pelo mundo, a água deixou de ser apenas um recurso natural, próprio ao consumo humano e animal e também à agricultura camponesa, para se tornar um recurso hídrico, bem fundamental aos processos industriais e agroindustriais. O consumo dos produtos manufaturados e semimanufaturados se acelerou, e com ele o consumo de água recrudescceu exponencialmente.

Pela primeira vez na história, em meados do século XIX, a população de um país, no caso a Inglaterra, era maior na cidade do que no campo (COGGIOLA, 2007, p.7). A necessidade por uma infraestrutura de tratamento e esgotamento de água transformou o meio urbano em grande consumidor de recursos hídricos. Também a água passou a servir como fonte de energia, por meio dos sistemas hidrelétricos.

Com a evolução tecnológica, o desenvolvimento dos equipamentos levou a própria agricultura a se mecanizar, com maquinários agrícolas derivados de tanques de guerra, e pesticidas criados a partir de estudos voltados para a elaboração de armas químicas, ambos provindos da Segunda Guerra Mundial. Também o Estado corroborou com esta lógica, financiando o investimento maciço na produção agrícola. Com isso, a agricultura camponesa perdeu espaço para a produção tecnificada, que passou a gerar um mercado consumidor induzido pela introdução deste pacote tecnológico e financeiro (MENDONÇA, 2013). A água que dava vida às plantas tornou-se matéria-prima para a geração de lucro ao fazer as colheitas crescerem. Passamos a viver num mundo onde a água faz

parte de um processo econômico intenso, e também onde ela é parte fundamental de uma lógica em que a exportação de produtos primários é a chave para o crescimento de alguns países (MENDONÇA, 2013).

Com o desenvolvimento da tecnologia agrícola, o uso de maquinário na agricultura mudou os padrões produtivos em toda a esfera planetária. Esta foi a chamada “revolução verde”, que teve início nos EUA, nos anos de 1950, e se espalhou pelo restante do globo nas décadas seguintes. O termo “agronegócio” deriva do inglês “agribusiness”, que significa literalmente “agronegócio”, ou seja, negócio ou empreendimento feito a partir da agricultura, com uso de máquinas que substituem o trabalho humano e que, além da mecanização, conta com uma infraestrutura de abastecimento de suprimentos que configuram a atividade agrícola em um modelo industrial ou agroindustrial (MENDONÇA, 2013). O que este conceito carrega de mais relevante, entretanto, é a forma com que se estabelece, pois visa, a princípio, o lucro financeiro, atendendo demandas crescentes por produtos agrícolas voltados principalmente para a indústria alimentícia. No caso do Brasil, esta se transformou em uma das atividades econômicas mais importantes do país, sendo este um recordista na produção de vários produtos, principalmente aqueles chamados *commodities* (CONAB, 2015).

Resumidamente, podemos dizer que o agronegócio representa a mecanização, o aumento do volume de produção, e a especialização produtiva para o mercado, com a transformação do espaço, levando a impactos negativos sociais, ambientais e até econômicos, devido à dependência de determinados setores da economia de uma nação por algumas atividades econômicas específicas, que estão à mercê das volatilidades do mercado.

No caso do Brasil, a produção agrícola tem-se intensificado ainda mais nas últimas duas décadas. Com a liberalização e abertura da economia do país a partir do início dos anos 1990, ocorreu um salto quantitativo no agronegócio brasileiro, em detrimento de certos setores industriais,

“um fator esperado em decorrência dos processos de modernização, mecanização e expansão da fronteira agrícola, fato que se tornou mais evidente a partir de 1999 com a desvalorização da moeda brasileira frente ao dólar, seguido de um contexto internacional favorável com a forte expansão da demanda mundial de alimentos, crises sanitárias internacionais, bem como o aumento dos preços de commodities agrícolas.”
(SOUZA, BORGES, TEIXEIRA NETO, 2010, p.01).

A aceitação de políticas neoliberais, adequada à lógica das empresas, leva à tendência de financeirização da produção e exportação de produtos primários, gerando “uma verdadeira *commoditização* da economia e do território” (FREDERICO, 2012).

Como resultado, o Brasil vem batendo recordes nas exportações de produtos caracterizados pelo alto índice de utilização de água em sua produção (SOUZA, 2011). Segundo informações do Relatório Anual de Agricultura (AGRIANUAL, 2011), o país aumentou de 20,6 bilhões de dólares em 2000 para 63,9 bilhões de dólares em 2010 o valor das exportações de produtos agrícolas.

Um dos carros-chefes das exportações brasileiras, a soja, elevou sua produção de aproximadamente 40 milhões de toneladas de grãos nas safras de 2000/2001 para mais de 85 milhões de toneladas nas safras de 2013/2014, sendo que as exportações de grão representaram, em 2014, cerca de 50% do total (EMBRAPA, 2015).

Outro produto importante para a economia nacional, a laranja, seja fruto ou suco, também tem um volume significativo tanto de produção como de exportação. De acordo com a Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CITRUS BR, 2015), foram exportados apenas neste século, ou seja, das safras de 2000/2001 às safras de 2014/2015, o volume de 715,7 mil toneladas de laranja (fruta); 10,1 mil toneladas de suco de laranja não concentrado (NFC); e 11,3 milhões de toneladas de suco de laranja concentrado (FCOJ). Segundo informações que recebemos de pessoal vinculado ao Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE/SP), a produção de suco de laranja faz uso de água irrigada de poços artesianos que é inserida como um ingrediente ao produto final após passar por análises de qualidade, mas que é taxada a um valor “simbólico” de apenas R\$ 0,01/m³ (um centavo de real por mil litros) conforme valores de cobrança em vigor estabelecidos pela Agência de Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (AGÊNCIA PCJ, 2015).

Já a cana de açúcar, produto agrícola que se espalhou a ritmos acelerados a partir de 2000, tendo em vista os mercados internacionais de açúcar e mercado interno de etanol, aclamado como biocombustível “ecologicamente responsável” teve um incremento no período de 2000 a 2010 de quase 800% na produção. Além disso, é importante destacar que a área plantada de cana de açúcar no estado de São Paulo já atinge mais de um quarto do total do território do Estado, segundo dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2013). Este crescimento afeta inclusive, de forma intensa, o índice de homogeneização – iH (SOUZA, 2008) das regiões rurais paulistas (divididas por Escritórios de Desenvolvimento Rural – EDRs), gerando homogeneização do território, com possíveis reflexos no microclima local (SOUZA, 2015). A hegemonia da cana é

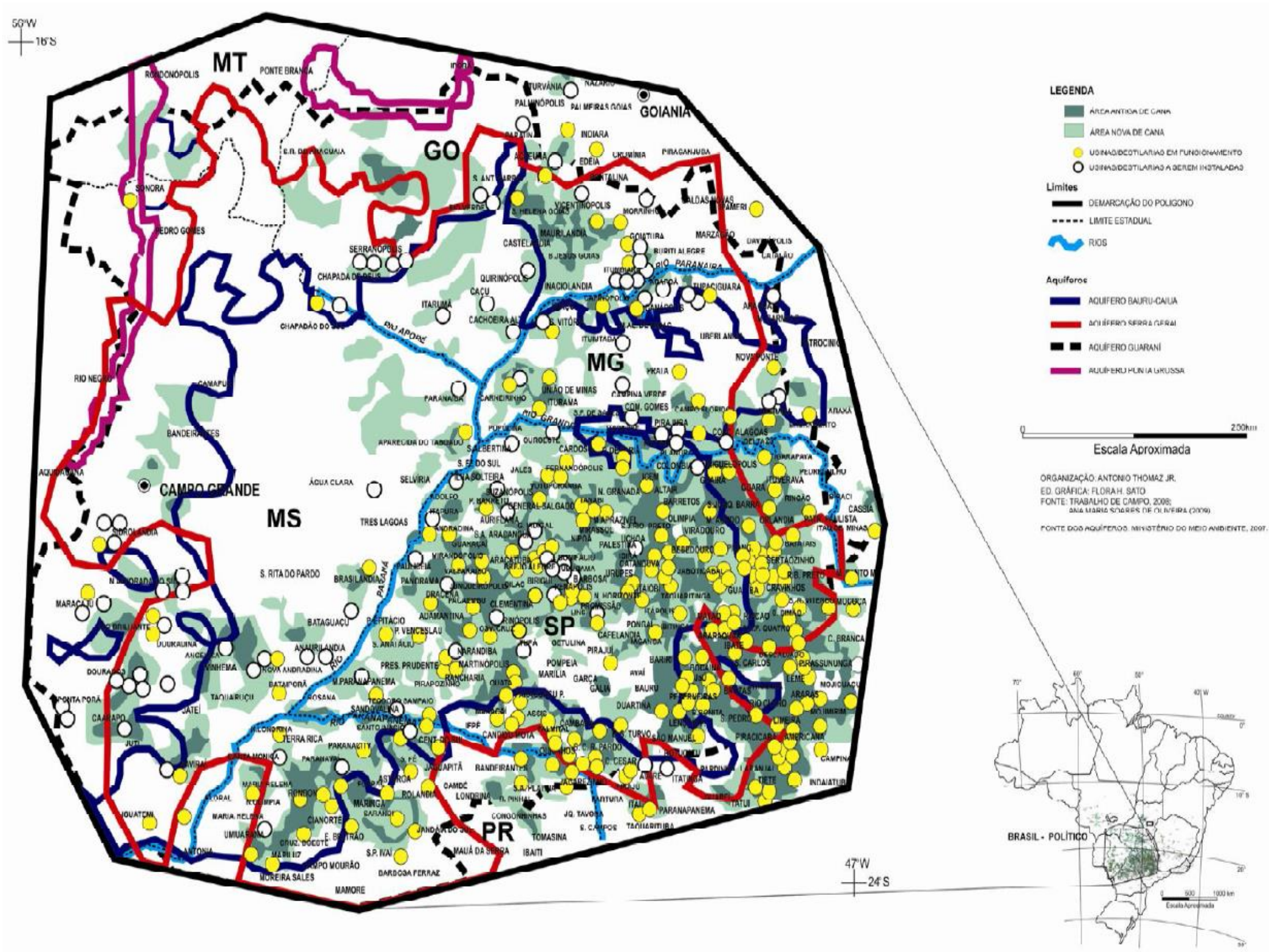
caracterizada também pela substituição dos processos tradicionais camponeses por pacotes tecnológicos, que, no caso da cana, faz uso de seu próprio subproduto, a vinhaça ou vinhoto, como fertilizante, num processo chamado de “fertirrigação”. Este subproduto é responsável pela contaminação de mananciais hídricos subterrâneos (SOUZA, PERES, 2012).

Adaptando-se às condições mercadologicamente impostas pela lógica neoliberal, os grandes grupos agrícolas se posicionam espacialmente de forma a conseguir um acesso facilitado aos recursos hídricos em demanda crescente, o que veremos a seguir com a ideia de hidroagronegócio.

2.2 O Hidroagronegócio

Com o conceito de hidroagronegócio, Thomaz Júnior (2010) procura analisar os processos de uso da água em que as empresas se posicionam estrategicamente em localidades onde exista abundância de água. Isto fica claro quando observamos o polígono do hidroagronegócio, que segundo o autor, compreende a região que se estabelece no Oeste de São Paulo, Leste do Mato Grosso do Sul, Noroeste do Paraná, Triângulo Mineiro e Sul-Sudoeste de Goiás, e representa uma territorialidade com características próprias da disputa pela água, entre grandes grupos capitalistas e classes de trabalhadores, e também por terras planas, férteis e aptas à mecanização (THOMAZ JUNIOR, 2010).

Mapa 02 – O Polígono do Hidroagronegócio



Fonte: THOMAZ JÚNIOR, 2010

Nesta região, grandes grupos empresariais como Coca-Cola, Pepsi, Nestlé e Danone se destacam em obtenção de vantagens para acesso aos territórios ricos em recursos territoriais hídricos, especificamente na região do aquífero Guarani.

Neste caso a água revela claramente sua forma de um recurso econômico e territorial, o recurso hídrico, indispensável para a manutenção da lógica produtiva do capital, que, por possuir condições materiais (financeiras) favoráveis, tem condição concreta de se estabelecer privilegiadamente nas localidades com maior abundância de recursos naturais. Além disso, para a maximização dos lucros pelos grandes empreendimentos, uma análise locacional detalhada é feita, visando principalmente contrapor os benefícios do posicionamento geográfico da empresa com os custos envolvidos na transação, entre eles é claro, o custo para obtenção dos insumos de produção, como os recursos hídricos (THOMAZ JUNIOR, 2010).

A seguir veremos detalhadamente, a partir de um levantamento de banco de dados, os volumes de produção agrícola brasileira desde 1990.

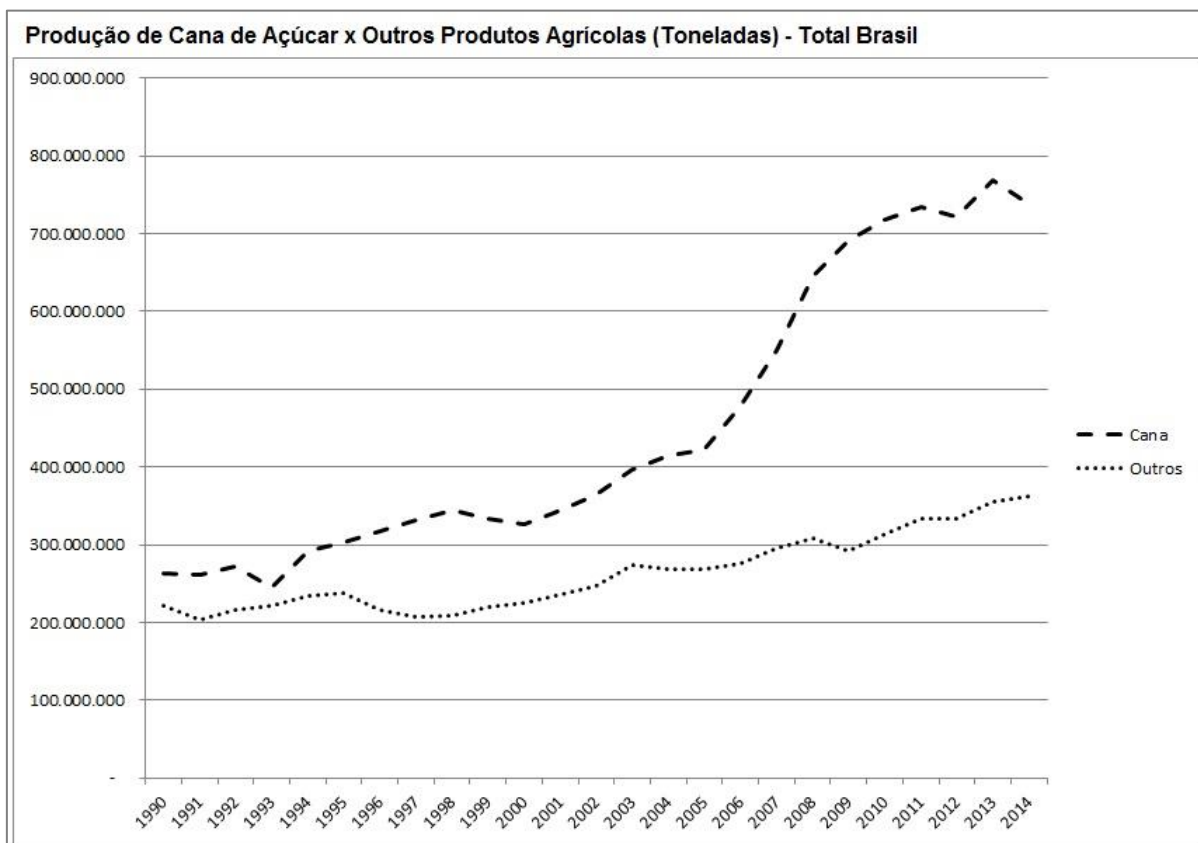
2.3 A produção da agricultura brasileira

Para compreendermos como a água está diretamente vinculada à agricultura, primeiramente investigamos as quantidades da produção agrícola brasileira. Usando o “Sistema IBGE de Recuperação Automática” (SIDRA), que se traduz como o banco de dados oficial e divulgado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), obtivemos os dados de todos os produtos agrícolas do país referentes à agricultura (lavouras permanentes e temporárias),

silvicultura e extração vegetal, do período de 1990 a 2014, último ano atualizado no “site” até o momento da redação final desta dissertação (IBGE, 2016).

Com este intuito, compilamos várias tabelas do IBGE com os volumes de produção. Os dados de silvicultura (madeira) precisaram de adaptações para serem apresentadas na mesma unidade de medida, toneladas. Para lenha foi usada a densidade de 347 Kg por m³ (HIGA et. al, 1973) e para o Pinheiro brasileiro foi utilizado 555 Kg por m³ (CARVALHO, 2002). Frutas eram apresentadas em “mil frutos” e a partir de 2001 passaram a ser apresentadas em toneladas. Com exceção do abacaxi, que, por ter volume mais representativo, teve a conversão feita para 1 Kg por fruto (ALMEIDA et. al, 2004), as demais frutas foram convertidas através da proporção do número de frutos em 2000 com a tonelagem do ano subsequente. Chegamos, então, a uma tabela com os dados, resumidamente apresentados nos gráficos a seguir:

Gráfico 03 – Total da Produção: Cana x Outros

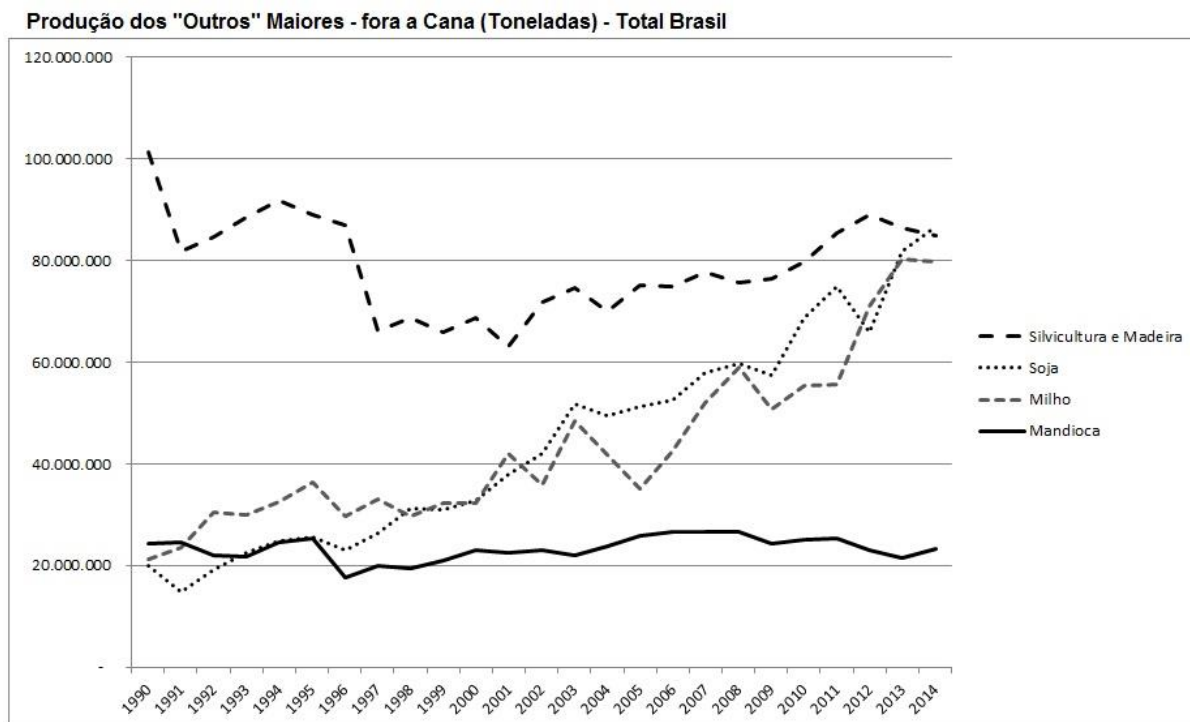


Fonte: IBGE (2016). Elaborado pelo autor.

Este gráfico nos mostra a representatividade da Cana de Açúcar para a agricultura brasileira, sendo responsável por 63,2% de toda a série histórica do volume total em toneladas. Mostra também o aumento de sua produção, principalmente a partir do início deste século, como já foi dito, devido à desvalorização do real frente ao dólar, e do aumento da demanda mundial por alimentos.

Dando destaque agora para os “Outros” maiores produtos agrícolas brasileiros, sem a influência da Cana no gráfico, apresentamos os quatro maiores (fora a cana), que juntos com a Cana formariam os cinco maiores, e que representam (com a cana, obviamente) 90% do total histórico.

Gráfico 04 – Outros produtos: os quatro maiores depois da cana



Fonte: IBGE (2016). Adaptação e elaboração pelo autor.

É interessante observar neste gráfico que assim como a cana, os dois produtos vinculados à lógica de exportação de commodities, soja e milho, foram os que mais cresceram a partir do início do século XXI.

Com a análise destes cinco produtos, perfazemos 90% do total da produção agrícola nacional, e como mostra a tabela resumo abaixo, temos mais de 95% do total com os 11 maiores produtos. As tabelas completas com todos os produtos se encontram disponíveis para averiguação (Apêndice 01).

Tabela 08 – Produção Agrícola Brasileira em 3 fases (décadas):

Produção Agrícola Brasileira - Média de 3 Décadas (Toneladas) de 1990 a 2014

Produto Agrícola (ton)	Média Anual		Média Anual		Média Anual	
	Déc. 1990	%	Déc. 2000	%	Déc. 2010	%
Cana-de-açúcar	296.319.032	57,5%	463.300.229	63,3%	735.558.661	68,4%
Silvicultura e Madeira	82.484.265	16,0%	72.831.739	9,9%	85.113.415	7,9%
Soja	23.911.019	4,6%	49.298.746	6,7%	75.581.129	7,0%
Milho	29.873.052	5,8%	43.987.956	6,0%	68.449.640	6,4%
Mandioca	22.052.760	4,3%	24.481.966	3,3%	23.617.487	2,2%
Laranja	15.931.368	3,1%	17.845.600	2,4%	18.160.787	1,7%
Arroz	9.521.917	1,8%	11.586.927	1,6%	12.044.202	1,1%
Banana	5.969.474	1,2%	6.696.788	0,9%	7.008.030	0,7%
Trigo	2.514.725	0,5%	4.251.075	0,6%	5.656.010	0,5%
Tomate	2.595.387	0,5%	3.541.024	0,5%	4.177.581	0,4%
Batata-inglesa	2.525.327	0,5%	3.167.116	0,4%	3.688.030	0,3%
Outros	21.317.929	4,1%	31.157.776	4,3%	35.886.284	3,3%
Total Agricultura - Brasil	515.016.253	100,0%	732.146.942	100,0%	1.074.941.257	100,0%

Fonte: IBGE (2016). Adaptado e elaborado pelo autor.

Aqui mostramos os volumes dos principais produtos agrícolas brasileiros agrupados em três momentos distintos: média anual da década de 1990 (de 1990 a 1999); média anual da década de 2000 (de 2000 a 2009) e média anual da atual década, até o momento de dados disponíveis (de 2010 a 2014).

Para efeito de comparação e de uma análise um pouco mais profunda da utilização de água, levantamos também a produção agrícola do estado de São Paulo, com dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA). Foram apresentados valores para São Paulo de aproximadamente 90% de cana de açúcar para a produção total em toneladas. A média anual da década de 2000 (2000 a 2009) foi de 312.342.519 toneladas, com cana em 280.361.478 toneladas. Estes números serão úteis quando formos compará-los com os números de uso de água subterrânea do estado de SP, a serem vistos no próximo capítulo.

Como o foco do trabalho é a água utilizada no processo de produção agrícola, fizemos um estudo do volume de água incorporada em toda a produção

da agricultura brasileira nos anos já apresentados de 1990 a 2014. Estes volumes serão apresentados no terceiro capítulo, onde estudaremos a incorporação física de água, e conceitos afins, do balanço hídrico à pegada hídrica.

Em resumo, as considerações deste capítulo nos mostram que a agricultura deixou de ser, historicamente, uma atividade primordial de subsistência humana para se transformar em um negócio lucrativo, que atrai interesse de grandes grupos multinacionais. A intensificação da produção agrícola tem gerado o aumento exponencial do uso dos recursos territoriais, onde o Brasil se mostra especialmente apto economicamente, como pudemos constatar através do levantamento dos volumes em toneladas de toda a produção agrícola do país nos últimos 25 anos.

CAPÍTULO 3

Balanço Hídrico, Água Física e Pegada Hídrica

CAPÍTULO 3 – Balanço Hídrico, Água Física e Pegada Hídrica

Tendo em vista a necessidade de se conhecer os volumes de água necessários na produção agrícola, seja em escala local, a partir de métodos tradicionais como o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) muito usado na agricultura para medição de disponibilidade hídrica no solo; ou, ainda, em escala global, com ideias de água virtual e pegada hídrica, voltadas ao comércio internacional de grãos, iremos nos concentrar, neste capítulo, no entendimento dos conceitos vinculados à água relacionados à agricultura, apresentando também alguns volumes de água usados na agricultura provenientes de análises feitas com a produção do país e de uso de água subterrânea no estado de São Paulo.

A seguir iremos revisar a ideia tradicional de balanço hídrico, e como os conceitos de água física e transpiração podem colaborar com o cálculo da pegada hídrica, além de auxiliar no entendimento dos volumes de uso da água na agricultura. Ainda neste capítulo faremos uma avaliação da proposição de um modelo alternativo de balanço hídrico, e da possibilidade de cruzamento destes conceitos.

3.1 O balanço hídrico tradicional

Há poucas décadas atrás, o balanço hídrico passou a ser medido com o objetivo de se controlar a água disponível no solo para a agricultura, podendo assim o agricultor se planejar, nos períodos de seca com safras de menor

demanda hídrica. Em 1955, Thornthwaite e Mather, desenvolveram a tradicional fórmula de balanço hídrico:

$\Delta S = P - ETR - R - i$, que representam, respectivamente, o cálculo da umidade do solo (ΔS) correspondendo à precipitação medida no período (P) menos a evapotranspiração real (ETR), menos o deflúvio (R) do inglês “run-off”, e menos infiltração (i) (THORNTHWAITE, MATHER, 1955).

A precipitação é mensurável através de pluviômetros, geralmente instalados em estações meteorológicas e/ou em propriedades agrícolas. A evapotranspiração é uma estimativa feita a partir da cobertura vegetal e tipo de cultura da área do estudo, com auxílio de tanques classe A, mais comumente usados, ou ainda por lisímetros, processo mais preciso, porém de difícil e dispendiosa implantação. Já o deflúvio, que é a diferença entre o volume de água que entra na bacia hidrográfica em questão, menos o volume que sai, ambos por drenagem fluvial, e que podem ser auferidos via fluviômetros, sejam eles digitais, mecânicos, ou ainda por meio de estimativa manual. A infiltração corresponde ao volume que percola pelas rochas e atinge as rochas de armazenamento hídrico, ou, no caso de aquíferos livres, equivale ao volume de água que abastece o rio subsuperficialmente. O cálculo da infiltração é muito delicado e depende da instalação de poços de monitoramento. Quando o objetivo é a estimativa de disponibilidade hídrica no solo a partir de uma média anual, para planejamento agrícola, como foi utilizado no projeto em Holambra, diz-se “balanço hídrico climatológico normal” (SENTELHAS, ANGELOCCI, 2009, pp. 7) e, para estimativas deste tipo de balanço hídrico, em se tratando de aquíferos confinados, devido à lentidão da recarga, seu valor é considerado desprezível e normalmente

ignorado nos cálculos usuais de balanço hídrico (TUCCI, 2013; GASTMANS et. al, 2013; SENTELHAS, ANGELOCCI, 2009).

Contudo, a fórmula tradicional de balanço hídrico foi concebida em uma época em que a maior parte da produção agrícola não era voltada para exportação de commodities, principalmente se considerarmos que o Brasil é um dos principais países exportadores. Além disso, outro elemento passa a ser utilizado na agricultura: o uso de poços artesianos, muitas vezes sendo utilizados sem outorga³ para a irrigação profunda (DAEE, 2013). Por este motivo, dentro de um projeto elaborado em parceria entre a Universidade Estadual Paulista, campus Rio Claro (Unesp/Rio Claro) e Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), está sendo proposto um modelo alternativo de balanço hídrico, que veremos a seguir.

3.2 Modelo proposto de balanço hídrico do projeto Unesp/FEHIDRO

Tendo em vista que o modelo tradicional de Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) não foi concebido para atender às demandas da agricultura dentro de uma realidade econômica de exportação de commodities com volumes gigantescos de produção, em projeto Unesp/Fehidro, foi feita uma reflexão relativa à eficiência da fórmula originalmente proposta. Ocorre que duas importantes variáveis não são consideradas no modelo tradicional de 1955. A quantidade de água retirada de aquíferos através de poços, e a quantidade de água que passa a ser incorporada fisicamente ao produto agrícola.

³ Em entrevista com Otávio Galembek, gerente de outorgas do DAEE em Rio Claro, em 2012, existe uma estimativa de que apenas cerca de 25% dos poços ativos são outorgados.

O projeto intitulado “Modelo de Avaliação de Balanço Hídrico na Bacia do Rio Jaguarí, Município de Holambra/SP”, foi iniciativa de pesquisadores da Unesp/Rio Claro com financiamento do FEHIDRO, e continua em andamento até o momento da finalização desta obra. Tem como objetivo principal propor duas novas variáveis ao modelo tradicional de balanço hídrico.

Considerando-se que atualmente uma das principais fontes de água para irrigação de plantios diversos seja subterrânea, ou seja, provém de aquíferos, é fundamental computar este volume ao balanço. Este volume de água, apesar de estar logo abaixo da área de análise de um balanço hídrico, não é considerado no modelo tradicional. Quando esta água é retirada por meio de poços artesianos ou poços “cacimba”, passa a fazer parte do volume de água superficial da bacia hidrográfica em questão, por este motivo foi proposto a ser considerado matematicamente como positivo na fórmula tradicional, acrescentando-se uma nova variável de água subterrânea irrigada (“As”), e entra na fórmula proposta como segue:

$$\Delta S = (P + A_s) - ETR - R - i.$$

É importante deixarmos claro que, apesar da água subterrânea ser “retirada” do aquífero abaixo da área onde ficava armazenada, esta não estava antes contemplada no sistema “balanço hídrico” a ser medido. Por este motivo ela passa a ser uma entrada no sistema, portanto uma adição, matematicamente positiva.

Em contrapartida, entrando na equação acima como segunda variável proposta está o “Consumo Consuntivo”, que corresponde ao volume de água que passa a ser incorporado à produção agrícola da bacia hidrográfica em análise. É importante lembrar que este consumo consuntivo (Cc) é diferente do consumo

consuntivo que será conceituado ainda neste capítulo na “água azul” ou “pegada hídrica azul”, pois neste caso, proposto no projeto Unesp/Fehidro, considera apenas a água incorporada fisicamente e não aos valores que incluem a evapotranspiração como proposto por Hoekstra e Mekonnen (2011). Neste caso o consumo consuntivo (Cc) aparece como uma variável negativa na equação, pois representa uma saída da bacia hidrográfica, ficando a fórmula proposta com as duas variáveis propostas ao modelo da seguinte forma:

$$\Delta S = (P + As) - ETR - R - i - Cc.$$

A centralidade deste estudo está justamente em achar uma relação de correspondência entre os volumes de “As” e “Cc”, pois, a princípio, nos parece que os volumes de água de poços, que tem uso dedicado ao abastecimento da produção agrícola, apresentam uma relação direta entre produção agrícola e esvaziamento de mananciais profundos (PERES, SOUZA, 2012).

3.3 O Uso da Água Subterrânea

Como vimos, a atividade agrícola brasileira, tem se tornado cada vez mais intensa, com o conseqüente aumento do uso de águas subterrâneas (SOUZA, et. al, 2011). Poços artesianos se utilizam em grande parte de aquíferos profundos, confinados e semi-confinados, que tem em geral uma taxa de recarga muito lenta, podendo variar de anos a séculos (GASTMANS et. al, 2013). Veremos a seguir como estão sendo distribuídos e utilizados os poços no estado de SP, através de estudo em andamento que também partiu do projeto Unesp/FEHIDRO (SOUZA, et. al, 2011).

A pesquisa em parceria com o FEHIDRO se baseia apenas nos poços outorgados pelo Departamento de Água e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE) até 2014 e tem por objetivo analisar e discutir: a distribuição dos poços por sistema aquífero; a quantidade de água explorada⁴ destes sistemas por tipo de atividade econômica de uso, e, também, a eficiência do método atual de outorga para o uso de água subterrânea. É importante levarmos em conta que se estima, que cerca de 75% dos poços ativos atualmente **não** são outorgados, porém, como o estudo fez uso da totalidade dos dados disponíveis, podemos considerá-los como uma excelente amostragem.

O Estado de São Paulo possui uma disponibilidade hídrica média de 2.209 m³/habitante/ano (REBOUÇAS, et. al, 2002), que pode ser considerada suficiente para os padrões internacionais, contudo a concentração de centros de consumo neste estado tem levado a situações de escassez e aumento da vulnerabilidade, agravados pelos elevados níveis de poluição.

No estado de São Paulo, a água subterrânea é responsável, por aproximadamente 70% do abastecimento no território, atendendo a uma população de cerca de 5,5 milhões de pessoas (ROCHA, 2005). Estes reservatórios possuem um potencial explorável da ordem de 330 m³/s, sendo que sua demanda efetiva se encontra em torno 60 m³/s (DAEE/IGC, 2003) e cobrem uma área de aproximadamente 248 mil km² (CAMPOS, 1993). Ainda que seu consumo seja notoriamente inferior ao seu potencial, sua distribuição não ocorre de forma homogênea pelo estado, bem como sua demanda.

De acordo com os dados provenientes dos resultados parciais da pesquisa Unesp/Fehidro (Souza et. al, 2011), existe um consumo anual de água

⁴ O termo explorado vem do inglês “exploit” que significa explorar no sentido de tirar proveito, diferente de “explore” que seria explorar no sentido de investigar (Merriam-Webster Dictionary, 2016).

subterrânea no estado de São Paulo da ordem de 500 milhões de m³. Destes, 14%, ou seja, 70 milhões de m³ são outorgados para atividades declaradas de irrigação para a agricultura. Se considerarmos que os poços outorgados representam aproximadamente 25% do total de poços em uso, teríamos um volume de água explotada da ordem de 280 milhões de m³ anuais, ou seja, 280 milhões de toneladas de água por ano. Se compararmos este número com os volumes da produção paulista média anual da década de 2000, teremos uma relação muito próxima de 1:1. Conforme foi apresentado no capítulo anterior, a produção agrícola de São Paulo média anual foi de 312 milhões de toneladas, sendo que 90% deste montante foi cana de açúcar. Em termos de incorporação física de água, a cana apresenta índice de 88% do produto (a ser visto a seguir), ou seja, a cana já explicaria, por si só, 247 milhões de toneladas de água física retiradas de suas respectivas fontes, respeitada a estimativa de 25% de poços que são outorgados. Porém, ainda não se sabe ao certo quais os volumes exatos de água subterrânea são usados para cada tipo de produto agrícola, mas podemos adiantar que a coincidência entre estes volumes pode estar ligada a necessidade efetiva de se repor os volumes de água no ambiente equivalente a área do estado de São Paulo no período de tempo de 10 anos, devido à deficiência hídrica gerada pela intensa produção de cana. É bom lembrar que a água de chuva deixa de infiltrar no solo e recarregar os aquíferos para fazer parte do ciclo produtivo e de crescimento do vegetal, no caso, cana de açúcar.

A seguir veremos com mais profundidade como os conceitos de água física de Souza (2010), e da transpiração dos vegetais tomam parte neste processo.

3.4 Água física e incorporação de água

Os produtos agropecuários são originados a partir de seres vivos, sejam eles vegetais no caso da agricultura ou animais no caso da pecuária. Portanto, ambos são formados em grande parte por água, como é comum a todo organismo vivo. A água presente naturalmente nos vegetais, em sua forma líquida conhecida, é chamada de umidade, e a proporção em que está presente na planta varia conforme a espécie. Souza (2010) investigou os grãos de soja e calculou o volume de água que o país exporta através desta *commoditie* em forma de umidade, por ser um dos produtos de maior importância econômica e ter seu crescimento acelerado nas últimas décadas. Como o grão de soja tem uma umidade de aproximadamente 14%, que pode ser testada em laboratório a partir de secagem em estufa, é possível calcular o volume de água que é exportada indiretamente pelo Brasil através deste produto, apenas multiplicando-se a exportação total em toneladas por 14%. Ao volume de água incorporado ao produto agrícola sob forma de umidade, Souza propôs o conceito de “água física”, em contrapartida ao conceito de “água virtual” (ALLAN, 1998), como veremos mais a frente. Um dos objetivos de Souza foi questionar a classificação que recebeu o Brasil, por Hoekstra, outro autor que estudaremos neste capítulo, como *self-sufficient* (autossuficiente) em água, pois para a medição da água virtual Hoekstra considerou um país de proporções continentais como o nosso, em uma primeira análise (HOEKSTRA, HUNG, 2002), uniforme em sua disponibilidade hídrica, e, como já vimos, isto não procede. Algumas frutas que são produzidas em larga escala no Brasil para a exportação, como a laranja, tem umidade que ultrapassa os 90%, fazendo o conceito de água física ainda mais relevante. O fato

é que o Brasil, como grande produtor e exportador de alimentos é indiretamente um grande exportador não apenas de água virtual, mas também de água “real”, ou seja, de água fisicamente incorporada ao produto, tendo as regiões centro-sul mais ativas neste processo e que não são, como vimos, abundantes em água.

Partindo dos percentuais de umidade dos produtos prontos para comercialização ou beneficiamento, calculamos os volumes de água referentes à umidade. Para determinar este volume em toneladas foi aplicado o % de umidade de cada produto, multiplicando-o pela produção em toneladas como já foi apresentado. Os percentuais de umidade (% Umid.) da tabela 09, tiveram as seguintes fontes: cana-de-açúcar, 70% (RODRIGUES, 2015); madeira, 13% (REZENDE et. al, 1995); grãos de soja, milho, arroz e trigo, 13% (CONAB, 2016); algodão (em Outros), 9,5% (EMBRAPA, 2005); e para todos os alimentos, sejam eles frutas, legumes, folhas ou raízes, % conforme tabela no Anexo 01 (NEPA, 2011). Alguns produtos de baixa produção tiveram como percentual de umidade a média do produtos (60,3%), pois não foi possível encontrar referência científica. A soma da produção destes foi de 0,2% do total em toneladas.

Tabela 09 – Umidade na Produção Agrícola Brasileira

Umidade na Agricultura Brasileira em 3 Décadas

Umidade em Toneladas (m³)	% Umid.	Média Anual Déc. 1990	Média Anual Déc. 2000	Média Anual Déc. 2010
Cana-de-açúcar	70,0%	207.423.322	324.310.160	514.891.063
Silvicultura e Madeira	13,0%	10.722.954	9.468.126	11.064.744
Soja	13,0%	3.108.432	6.408.837	9.825.547
Milho	13,0%	3.883.497	5.718.434	8.898.453
Mandioca	61,8%	13.638.162	15.140.464	14.605.841
Laranja	87,2%	13.892.153	15.561.364	15.836.206
Arroz	13,0%	1.237.849	1.506.300	1.565.746
Banana	71,5%	4.268.174	4.788.204	5.010.741
Trigo	13,0%	326.914	552.640	735.281
Tomate	95,1%	2.468.905	3.368.458	3.973.994
Batata-inglesa	82,9%	2.092.738	2.624.589	3.056.270
Outros		10.680.933	15.594.603	18.003.783
Total Agricultura - Brasil		273.744.033	405.042.179	607.467.671

Fonte: IBGE. Adaptado e elaborado pelo autor.

Porém, não é só a umidade que representa a quantidade de água incorporada em um vegetal. Seguindo o conceito de água física, Peres (2012) acrescenta as quantidades de H₂O provenientes da fotossíntese para complementar o volume de água fisicamente incorporada ao vegetal. Estes volumes nos indicam a quantidade de água total que efetivamente está intrínseca no produto a ser comercializado, ao sair da bacia hidrográfica de origem, seja local ou do país. Não são consideradas neste conceito, as águas que real ou potencialmente retornam à bacia de origem, seja por esgotamento, reuso, infiltração, evapotranspiração ou chuva. A forma como o conceito de água física pode ser utilizado em políticas públicas será vista no final deste trabalho. Porém, já podemos adiantar que os valores de água fisicamente incorporada, ou, simplesmente, “água física” equivalem exatamente aos valores de Consumo

Consuntivo propostos no Balanço Hídrico do Modelo Unesp/FEHIDRO, por serem justamente aqueles que não retornam à bacia de origem.

Como já vimos, quando levamos em consideração o conceito de água da umidade, estamos falando da água que é naturalmente incorporada ao vegetal e se apresenta na forma mais conhecida. Temos neste caso, água líquida formada por moléculas de H₂O. Porém, para o desenvolvimento e crescimento da planta, ocorre um fenômeno bioquímico chamado fotossíntese, que tem este nome porque significa síntese pela luz (“foto” significa “luz”, do grego “phos”, daí o nome), pois é uma reação que só ocorre na presença de luz e de uma substância orgânica catalisadora chamada clorofila, responsável também pela coloração verde das folhagens (BERG, 2014). Durante a fotossíntese, a água absorvida do solo pelas raízes das plantas reage quimicamente com o gás carbônico do ar se transformando em duas diferentes substâncias, a glicose e o oxigênio o ar. É importante destacar que durante este processo, tanto o gás carbônico como a água deixam de existir, dando lugar às duas novas substâncias mencionadas. Este fenômeno, fundamental para a vida em nosso planeta, ocorre segundo a conhecida equação química (CAMPBELL, 2010, p.187): $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ (na presença de luz e clorofila), sendo, seis moléculas de gás carbônico e seis de água, resultando em uma molécula de glicose e seis de oxigênio. A Química, através de uma de suas subdivisões chamada Estequiometria, nos fornece ferramentas para calcular a massa (peso⁵) de cada uma destas substâncias envolvidas no processo. Percebe-se, observando a equação química acima, que os seis átomos de Carbono (C) do gás carbônico (CO₂) se juntam com os seis átomos de água (H₂O), dando origem a uma

⁵ Para a Química “peso” é uma força, portanto ela usa o conceito de massa no seu lugar.

molécula de glicose ($C_6H_{12}O_6$), deixando livre o oxigênio gasoso (O_2). Estas transformações respeitam sempre uma lei da química, chamada lei da conservação das massas, ou Lei de Lavoisier. Esta lei prova, por meio de testes de laboratório, que durante esta transformação, a matéria nunca se perde, apenas se transforma. Desta lei se originou a máxima “Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Neste caso específico a proporção é a seguinte:

Tabela 10 – Proporção de água na incorporação durante a fotossíntese

Proporção de água na incorporação durante a fotossíntese			
<u>Elemento ou Substância</u>	<u>Massa Molecular</u>	<u>Número de Moléculas</u>	<u>Massa proporcional</u>
C (elemento* Carbono)	12	xxx	xxx
H (elemento* Hidrogênio)	1	xxx	xxx
O (elemento* Oxigênio)	16	xxx	xxx
CO_2 (gás carbônico)	44	6	264
H_2O (água)	18	6	108
$C_6H_{12}O_6$ (glicose)	180	1	180
O_2 (gás oxigênio)	32	6	192
Total Reagentes	372		
Total Produtos	372		

Fonte: BERG, 2014

* podendo-se verificar este valor em qualquer tabela periódica dos elementos químicos

Fonte: BERG, 2014. Elaborado pelo autor.

Verifica-se então a proporção de 108 gramas de água (H_2O) para 180 gramas de glicose ($C_6H_{12}O_6$), ou seja, exatos 60%. A importância de se mostrar estes cálculos reside no fato que a glicose é a base para todas as outras moléculas que formam o vegetal, com exceção da sua própria umidade, que já foi discutida. Em outras palavras, podemos afirmar que aproximadamente 60% do material seco de qualquer vegetal é água física incorporada pela fotossíntese (RAVEN et. al, 1996; LARCHER, 2000).

Tendo claro o conceito de fotossíntese, podemos então inferir na incorporação de água com a ideia de água física incorporada pela fotossíntese.

Com a noção da proporção de H₂O incorporado aos produtos vegetais, é possível identificar cientificamente o volume de água física total (umidade e fotossíntese) presente em qualquer produção agrícola. Peres (2012) calculou o volume de água física presente nas exportações brasileiras de suco de laranja e subprodutos da cana. Partindo-se do volume de produção em toneladas, primeiro obteve o valor da produção seca, ou seja, sem umidade, subtraindo-se os valores obtidos em laboratório por secagem. Posteriormente, aplicou o fator de 60% para a massa seca para se somar à umidade o valor incorporado pela fotossíntese.

É possível utilizar este método para qualquer produto agrícola, bastando para isso uma amostra do produto em questão (para cálculo da umidade) e do volume total exportado. A importância de se utilizar este método é saber a proporção da água que está realmente saindo da bacia hidrográfica da área de análise em relação ao que está sendo retirado dos aquíferos por meio de irrigação, por exemplo.

Com isso foi possível calcular este volume de água na agricultura brasileira, conforme tabela abaixo:

Tabela 11 – H₂O da Fotossíntese na Produção Agrícola Brasileira

H ₂ O da Fotossíntese na Agricultura Brasileira em 3 Décadas (Toneladas / m ³)							
H ₂ O em Toneladas (m ³)	% H ₂ O / ton produzida	Média Anual Déc. 1990	% do total	Média Anual Déc. 2000	% do total	Média Anual Déc. 2010	% do total
Cana-de-açúcar	18,0%	53.337.426	36,8%	83.394.041	42,5%	132.400.559	47,2%
Silvicultura e Madeira	52,2%	43.056.786	29,7%	38.018.168	19,4%	44.429.203	15,8%
Soja	52,2%	12.481.552	8,6%	25.733.945	13,1%	39.453.349	14,1%
Milho	52,2%	15.593.733	10,8%	22.961.713	11,7%	35.730.712	12,7%
Mandioca	22,9%	5.048.759	3,5%	5.604.901	2,9%	5.406.987	1,9%
Laranja	7,7%	1.223.529	0,8%	1.370.542	0,7%	1.394.748	0,5%
Arroz	52,2%	4.970.441	3,4%	6.048.376	3,1%	6.287.074	2,2%
Banana	17,1%	1.020.780	0,7%	1.145.151	0,6%	1.198.373	0,4%
Trigo	52,2%	1.312.686	0,9%	2.219.061	1,1%	2.952.437	1,1%
Tomate	2,9%	75.889	0,1%	103.540	0,1%	122.152	0,0%
Batata-inglesa	10,3%	259.553	0,2%	325.516	0,2%	379.056	0,1%
Outros		6.382.198	4,4%	9.337.904	4,8%	10.729.501	3,8%
Total Agricultura - Brasil		144.763.332	100,0%	196.262.858	100,0%	280.484.152	100,0%

Fonte: IBGE, 2016. Adaptado e elaborado pelo autor.

Podemos notar que para os produtos de baixo percentual de umidade como madeira, soja, milho e trigo (13%) o H₂O da fotossíntese se mostra mais relevante (52,2%), enquanto que para produtos de média a alta umidade, como cana (70%) e laranja (87,2%), o conceito não é tão significativo.

Tendo em mãos tanto o volume de umidade como o volume de água da fotossíntese é possível somá-los e obtermos o volume total de água incorporada fisicamente, como segue:

Tabela 12 – Água Física na Produção Agrícola Brasileira

Água incorporada fisicamente na Agricultura Brasileira em 3 Décadas

Água Física em Toneladas (m ³)	Média Anual		Média Anual		Média Anual	
	Déc. 1990	%	Déc. 2000	%	Déc. 2010	%
Cana-de-açúcar	260.760.748	62,3%	407.704.201	67,8%	647.291.622	72,9%
Silvicultura e Madeira	53.779.741	12,9%	47.486.294	7,9%	55.493.947	6,2%
Soja	15.589.984	3,7%	32.142.782	5,3%	49.278.896	5,5%
Milho	19.477.230	4,7%	28.680.148	4,8%	44.629.166	5,0%
Mandioca	18.686.920	4,5%	20.745.365	3,5%	20.012.828	2,3%
Laranja	15.115.682	3,6%	16.931.906	2,8%	17.230.955	1,9%
Arroz	6.208.290	1,5%	7.554.676	1,3%	7.852.820	0,9%
Banana	5.288.954	1,3%	5.933.354	1,0%	6.209.115	0,7%
Trigo	1.639.600	0,4%	2.771.701	0,5%	3.687.718	0,4%
Tomate	2.544.794	0,6%	3.471.998	0,6%	4.096.146	0,5%
Batata-inglesa	2.352.291	0,6%	2.950.105	0,5%	3.435.326	0,4%
Outros	17.063.131	4,1%	24.932.507	4,1%	28.733.284	3,2%
Total Agricultura - Brasil	418.507.365	100,0%	601.305.037	100,0%	887.951.823	100,0%

Fonte: IBGE, com adaptações. Elaborado pelo autor.

A água física representa aquela quantidade de água que está efetivamente intrínseca no produto, e, portanto, ela representa também a quantidade que porventura venha a acompanhá-lo em uma trajetória de comercialização. Porém, estudando mais profundamente fitofisiologia (RAVEN et al, 1996), fica evidente que a transpiração conta com um volume muitíssimo mais significativo do que os volumes fisicamente incorporados à planta, seja pela umidade, seja pela fotossíntese. A transpiração, processo biológico natural dos seres vivos, é proporcional à massa do vegetal, e, segundo Raven (1996), representa aproximadamente 99% do H₂O utilizado pela planta durante seu desenvolvimento. Em outras palavras, a água total utilizada para a produção agrícola, é cem vezes maior do que o volume de água física incorporado no produto. Apesar deste volume de transpiração não estar fisicamente incorporado ao produto, ele é diretamente dependente do volume de produção agrícola.

É importante destacar que esse gigantesco volume de transpiração não necessariamente sai da bacia hidrográfica em análise, pois passa a fazer parte de

uma dinâmica de movimentos de massas de ar, que seriam apenas dificilmente previstas meteorologicamente, e que passa a fazer parte do balanço hídrico (THORNTHWAITE E MATHER, 1955). Porém, por não estar mais disponível na “fonte”, ao retornar pode passar por processo de contaminação, muitas vezes inutilizando-a, ou ainda por um lento processo de infiltração (GASTMANS, et. al, 2013).

Alguns autores, que já citamos aqui (ALLAN, 1998; HOEKSTRA, HUNG, 2002), fazem uso do conceito de água virtual para melhor entender este processo, e é o que iremos analisar na próxima parte, porém, antes disso, iremos analisar um pouco mais a fundo a questão da transpiração.

3.4.1 Transpiração

A transpiração é um fenômeno biofísico natural que ocorre com todos os seres vivos, sejam animais ou vegetais. Nas plantas este processo ocorre mais intensamente do que nos animais (IFSC, 2001), e, portanto, torna-se particularmente interessante para estudos referentes à produção agrícola, como este.

Nos vegetais, mais de 90% da água absorvida pelas raízes é devolvida ao meio através da transpiração (SOUZA, 1998; IFSC, 2001), e, em caso de estar em fase de crescimento, esse percentual chega aos 99%. Segundo Raven, “Aproximadamente 99% da água absorvida pelas raízes é liberada para o ar pela planta como vapor d’água (...). Este processo, conhecido como transpiração pode envolver qualquer parte do organismo vegetal acima do solo; as folhas,

entretanto, são os principais órgãos da transpiração” (RAVEN et. al, 1996, pp.574).

Em outras palavras, isto significa que além da água física, temos um volume que pode ser correspondente de 90% a 99% do total absorvido pela planta sendo devolvido à atmosfera na forma de transpiração. Isto equivale a um volume total de 10 a 100 vezes maior do que o volume de água incorporada fisicamente. Estamos aplicando este percentual maior (99%), já que as safras são colhidas logo após o amadurecimento do vegetal, na produção agrícola, e para efeito de entendimento de valores máximos possíveis. Também, por este motivo, podemos chamar (a exemplo do que ocorre no cálculo do balanço hídrico tradicional, com a evapotranspiração – real/potencial) esta transpiração de “Transpiração Potencial” (TP). Temos, então, uma tabela de transpiração com os seguintes números:

Tabela 13: Transpiração Potencial da Agricultura Brasileira

Transpiração Potencial da Agricultura Brasileira em 3 Décadas

Transpiração em Toneladas (m ³)	Média Anual		Média Anual		Média Anual	
	Déc. 1990	%	Déc. 2000	%	Déc. 2010	%
Cana-de-açúcar	25.815.314.050	62,3%	40.362.715.916	67,8%	64.081.870.581	72,9%
Silvicultura e Madeira	5.324.194.344	12,9%	4.701.143.058	7,9%	5.493.900.735	6,2%
Soja	1.543.408.442	3,7%	3.182.135.437	5,3%	4.878.610.702	5,5%
Milho	1.928.245.741	4,7%	2.839.334.603	4,8%	4.418.287.389	5,0%
Mandioca	1.850.005.129	4,5%	2.053.791.132	3,5%	1.981.270.006	2,3%
Laranja	1.496.452.495	3,6%	1.676.258.660	2,8%	1.705.864.535	1,9%
Arroz	614.620.699	1,5%	747.912.951	1,3%	777.429.177	0,9%
Banana	523.606.448	1,3%	587.402.080	1,0%	614.702.343	0,7%
Trigo	162.320.443	0,4%	274.398.363	0,5%	365.084.121	0,4%
Tomate	251.934.602	0,6%	343.727.805	0,6%	405.518.475	0,5%
Batata-inglesa	232.876.822	0,6%	292.060.434	0,5%	340.097.292	0,4%
Outros	1.689.249.934	4,1%	2.468.318.180	4,1%	2.844.595.075	3,2%
Total Agricultura - Brasil	41.432.229.150	100,0%	59.529.198.620	100,0%	87.907.230.431	100,0%

Fonte: IBGE, com adaptações. Elaborado pelo autor.

O volume de água transpirado pelas plantas é tão representativo, que em algumas localidades do mundo são utilizadas estufas para preservar a

umidade do micro ambiente e assim diminuir a necessidade de transpiração das plantas em cultivo (Foto 02).

Foto 02 – Estufas na Espanha em San Agustin



Créditos da imagem: Yann Arthus-Bertrand / Altitude (Disponível em waterfootprint.org)

Estufas em San Agustín próximas de Almería, Andaluzia, Espanha (36°42' N – 2°44' W). A importância e representatividade das estufas (*greenhouses*) fica evidente nesta imagem.

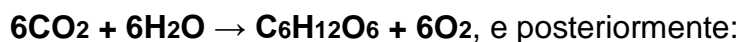
Consideraremos, na sequência, uma interpretação um pouco mais voltada para a química e bioquímica, que tratam a água como sendo uma molécula de fórmula H_2O , além de suas reações. O aprofundamento desta análise é cabível principalmente porque o etanol (também chamado de álcool etílico, ou simplesmente de álcool) é um dos subprodutos da cana-de-açúcar, principal cultura agrícola brasileira.

3.4.2 Outras Formas de Incorporação

Apesar de explicarem a maior parte do processo, a umidade e a fotossíntese não são as únicas formas de incorporação de água em um determinado produto. Através de reações químicas um pouco mais complexas as moléculas de H₂O podem ser convertidas em outras moléculas além das de glicose. Este é o caso do que ocorre no processo de fabricação do etanol ou álcool etílico, álcool encontrado nas bebidas alcoólicas de qualquer natureza, e que é o mesmo álcool usado como combustível de veículos automotores, tratando-se, ainda, do mesmo álcool usado como produto de limpeza. Este composto químico orgânico recebe a nomenclatura etanol por ser formado por dois átomos de carbono (portanto prefixo “et”), apresentar ligações covalentes simples (“an”) e ter uma terminação hidroxila – OH (“ol”), o que lhe confere a fórmula química C₂H₅OH, ou simplificando, C₂H₆O.

Durante o processo bioquímico chamado fermentação alcoólica, a sacarose (açúcar doce de cozinha), se transforma em etanol devido à respiração anaeróbica de fungos presentes no agente catalisador (fermento), chamadas *Saccharomyces cerevisiae*, que consomem o açúcar em meio aquoso, liberando gás carbônico e tendo como resultado o metabólito conhecido como etanol. Apenas a título de curiosidade, este gás carbônico é o responsável pelas “bolhas” dos espumantes como os famosos de *Champagne*, na França, além de serem a causa do “crescimento” dos bolos em fornos de qualquer família. A equação química que representa a fermentação é a seguinte: **(C₆H₁₀O₅)₂ → 2C₂H₅OH + 4CO₂**, na presença do catalisador. (RAW, 2001).

Portanto, para a compreensão do consumo e incorporação de água na fabricação de etanol, é necessário voltar uma etapa do processo químico, que é o da fotossíntese, como já vimos para podermos proporcionalizar as quantidades de água consumida.



Neste caso, a proporção de consumo de H₂O para a produção de etanol, resultante das duas equações é de seis mols de H₂O para dois mols de etanol (**C₂H₅OH**), ou seja, uma proporção em gramas de 108 g de água para 92 g de etanol. Isto representa numericamente uma incorporação física de água de 117,39% para o etanol puro.

A seguir veremos como a transpiração, o consumo consuntivo (ou água física) e outras formas de entender a água, são utilizados por autores fora do Brasil.

3.5 Água Virtual e Pegada Hídrica

Nesta parte iremos fazer uma análise de alguns conceitos evocados pela água, a água virtual e a pegada hídrica. O conceito de água “virtual” foi criado originalmente por John Antony Allan (1998), mas acabou sendo muito utilizado e divulgado por Arjen Hoekstra, em conjunto com outros autores. Engenheiro civil e professor da Universidade de Twente (Holanda), Hoekstra desenvolveu diversos trabalhos sobre o tema. A água virtual objetiva, a princípio, demonstrar o volume de água utilizado na produção de vários bens, principalmente alimentos, levando-se em consideração toda a cadeia produtiva

envolvida no processo (HOEKSTRA, HUNG, 2002). Em contrapartida, Souza (2010), mostra que devemos avaliar mais precisamente o volume de água fisicamente incorporada ao produto, o que chamou de água “física”, para podermos, só então, fazermos inferências (hidro) políticas, como vimos na parte anterior.

Vamos agora ao raciocínio de água virtual, que deu origem ao conceito de “pegada hídrica”. Depois explicaremos a forma como a pegada hídrica é calculada e como são definidas suas “cores”.

Esta é uma discussão que está em desenvolvimento e pode ser acompanhada também pelo *site* da organização “Water Footprint Network” (Rede de Pegada Hídrica) em <http://waterfootprint.org>. Este *site* é organizado pelos autores do conceito de pegada hídrica e outros cientistas que desenvolvem pesquisas sobre o tema (WFN, 2016).

3.5.1 O conceito de água virtual

Em 1998, Antony Allan desenvolveu o conceito de *Virtual Water* (Água Virtual), possibilitando a identificação dos volumes de água envolvidos na produção de qualquer bem. Isso significa que o volume de água virtual corresponde ao montante utilizado em todas as diferentes e complementares etapas do processo produtivo, ou, melhor dizendo, da cadeia produtiva (ALLAN, 1998). O termo “água virtual” se tornou adequado para expressar principalmente a quantidade de água que um país exporta ou importa indiretamente com a comercialização de produtos agrícolas. Teve ainda, como objetivo inicial, servir de

ajuda para refletir sobre os problemas relativos à restrição hídrica no Oriente Médio (CHAPAGAIN, TICKNER, 2012).

Desta forma, considerando que a água virtual contida em um produto representa toda a água usada no processo de produção agrícola ou industrial deste produto, um país com dificuldade de acesso aos recursos hídricos tem a possibilidade de optar por importar produtos que requerem uma maior quantidade de água na sua produção, e exportar produtos ou serviços que necessitem de menos água. Isto implica na importação de "água virtual" (em oposição à importação de água fisicamente, que é em geral muito cara) e que acaba por aliviar a pressão ou "stress" sobre os recursos da própria água da nação. Segundo Hoekstra e Hung, até 2002 pouco se conhecia sobre volumes reais do fluxo comercial de água virtual entre os países (HOEKSTRA, HUNG, 2002).

Vamos ver então como estes autores desenvolveram a ideia e chegaram aos valores de pegada hídrica.

3.5.2 O cálculo da pegada hídrica

O que possibilita a observação e mensuração de uma "pegada", seja ela ecológica, ou hídrica (como veremos a seguir), é a possibilidade de se rastrear um produto, identificando as ramificações dos processos produtivos pelas quais um determinado produto passou. Segundo Ferreira (2014),

"Para calcular a pegada hídrica de um produto é preciso esquematizar o sistema de produção em um número limitado de etapas interligadas do processo. Além disso, se desejarmos ir além de uma análise superficial baseada em médias globais, será necessário especificar as etapas no tempo e no espaço, o que significa rastrear a origem (dos insumos) do produto. As

circunstâncias da produção e as características do processo apresentarão variações de acordo com cada lugar; assim, o local da produção influenciará o tamanho e a cor da pegada hídrica. Além disso, poder-se-á mapear geograficamente a pegada hídrica de um produto final, ou seja, mais uma razão para manter a rastreabilidade dos locais.”

Em outras palavras, podemos dizer, então, que rastreabilidade é a propriedade que um produto, seja ele bem ou serviço, tem de ser rastreado. A ação de rastrear, na situação em análise, significa identificar e mapear todas as fases de um processo produtivo do início ao fim, da matéria prima ao produto final, pelo qual um determinado bem ou serviço atravessa durante sua produção.

Tendo como objetivo levantar os volumes de todos os fluxos comerciais de água virtual entre os países do mundo no período de 1995 a 1999 e colocar saldos comerciais de água virtual destas nações no contexto nacional de necessidade e disponibilidade de água, Hoekstra e Hung fizeram o estudo da quantificação do comércio de água virtual relacionado ao comércio internacional de produção agrícola (colheitas). A abordagem básica foi feita multiplicando-se os volumes de comércio internacional das culturas (em tonelada/ano) por sua pegada hídrica associada em m³/tonelada. Neste momento, é possível observar que a pegada hídrica é apresentada como um valor relativo, em volume de água por quantidade produzida. A água virtual, como conceito, se apresenta em quantidade de água apenas, sendo um número absoluto. (HOEKSTRA, HUNG, 2002). Também podemos observar que a pegada hídrica corresponde aos volumes usados em atividades humanas de água virtual, e são categorizados em “cores”, como veremos adiante (SOUSA JÚNIOR, VIEIRA, 2012).

Os dados do comércio de cada cultura agrícola foram tomados a partir da Divisão de Estatística das Nações Unidas em Nova York. Os dados necessários sobre pegada hídrica de cada cultivo originário de diferentes países foram estimados com base em diversos bancos de dados da FAO – CropWat, ClimWat, FAOSTAT (HOEKSTRA, HUNG, 2002).

Ainda de acordo com o estudo de Hoekstra e Hung (2002), os cálculos mostraram que o volume global de cultivo relacionado com o comércio de água virtual entre as nações foi de 695 bilhões de m³/ano em média, no período 1995 a 1999. Para comparação: o uso total de água pelas culturas no mundo foi estimado em 5.400 bilhões de m³/ano. Isso significa que 13% da água utilizada na produção mundial não foram para consumo interno, mas para exportação (em forma virtual). Este foi o percentual mundial, a situação variou fortemente de país para país. Considerando o período 1995/1999, os países com maior exportação líquida de água virtual (neste caso a palavra “líquida” refere-se ao volume “líquido ou total bruto”) foram: Estados Unidos, Canadá, Tailândia, Argentina e Índia. Os países com maior importação no mesmo período foram: Sri-Lanka, Japão, Holanda, Coreia e China.

Para cada nação do mundo a pegada hídrica (*water footprint*) foi calculada. A pegada “de água” é igual à soma do uso doméstico (interno) de água mais a água virtual *líquida* importada, e foi proposta como uma medida de apropriação real de uma nação referente aos recursos hídricos globais. Ela fornece uma visão mais precisa do que quando se concentra apenas na água doméstica usada, como era feito até então, segundo os autores. Além da pegada hídrica, os indicadores foram propostos para a noção de autossuficiência em água

de um país, como também para se ter ideia de quais países seriam considerados uma “nação dependente” (HOEKSTRA, HUNG, 2002).

Para os estudos de fluxos globais de comércio virtual de água, os autores ainda recomendam a trabalhar com outros produtos, como a carne bovina, por exemplo, pois a mesma carrega consigo uma pegada hídrica significativa, da ordem de 5 mil litros por kg de carne crua. Outro passo foi interpretar os dados e estudar como os governos poderiam deliberadamente interferir nas correntes nacionais de saldos comerciais de água virtual, a fim de alcançar maior eficiência no uso global da água.

Apenas para termos uma ideia dos volumes de consumo de água virtual, o Brasil é o décimo maior país exportador de água virtual, com 45 bilhões de m³ de água virtual (líquida) exportada entre os anos de 1995 e 1999. O primeiro são os EUA, com 758 bilhões de m³. O maior importador é o Sri-Lanka, com 428 bilhões de m³. Apenas para efeito de comparação com o Brasil, o décimo maior importador é a Itália com 64 bilhões de m³ de água virtual (HOEKSTRA, HUNG, 2002). Chama a atenção o fato de o Brasil aparecer em 1996 como um dos países importadores de água virtual. Isto ocorre, pois o país também é um grande importador de produtos agrícolas, ou seja, no referido ano, a importação superou a exportação, segundo os dados fornecidos e usados no modelo. O produto de maior comercialização em termos de água virtual no mundo é o trigo, representando cerca de 30% do total geral mundial de 1995 a 1999.

Para se mensurar os volumes de água virtual transacionada entre países, e, conseqüentemente a pegada hídrica dos produtos, Hoekstra e Hung (2002) elaboraram um estudo com os objetivos de: estimar a quantidade de água

necessária para produção agrícola em diferentes países do mundo; quantificar o volume de água virtual comercializado entre nações no período de 1995 a 1999; e colocar a “balança comercial” de água virtual das nações na pauta das necessidades e disponibilidades nacionais de água. Para tal, usaram a seguinte metodologia (mostraremos a fonte dos dados em seguida):

1) Cálculo da demanda específica de água por tipo de produto agrícola do país específico: $SWD = CWR / CY$, onde: SWD = demanda específica de água (m^3/ton); CWR = água necessária na produção (m^3/ha); CY = rendimento da produção (ton/ha).

2) Cálculo do comércio de água virtual e da balança comercial de água virtual: $VWT = CT * SWD$, onde VWT = comércio de água virtual (m^3/ano); CT = comércio da produção agrícola (ton/ano); SWD = demanda específica de água (m^3/ton).

3) Cálculo da Pegada Hídrica do país: $Water\ Footprint = WU +/- NVWI$, onde Water Footprint = pegada hídrica ou consumo “líquido” de água do país (m^3/ano); WU = consumo interno de água (m^3/ano); NVWI = importação (+/-) líquida de água virtual (m^3/ano). É negativo para casos de exportação de água virtual (ex. Brasil).

4) Cálculo da escassez nacional de água, e dependência ou autossuficiência em água: $WS (\%) = WU / WA * 100$, onde WS = escassez de água; WU = consumo interno de água (m^3/ano); WA = disponibilidade de água (m^3/ano).

A FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização de Alimentos e Agricultura das Nações Unidas), disponibiliza em

seu site www.fao.org um modelo chamado CropWat que fornece os dados necessários para o cálculo da necessidade de água de uma produção específica baseada nos dados de evapotranspiração e nos seguintes parâmetros: plantações feitas sob ótimas condições de umidade do solo, sem o impacto de chuvas significativas, desenvolvimento em condições de irrigação; condições normais de evapotranspiração, culturas sem doenças e bem fertilizadas, em grandes campos com 100% da área com cobertura; coeficiente das produções agrícolas válidos para um único padrão de produção. Os dados climáticos usados por Hoekstra e Hung (2002) foram provenientes também da FAO, através de outro modelo também disponível no site, o ClimWat. Ele contém dados de clima de mais de 100 países, e varia conforme a estação do ano. Os dados referentes aos rendimentos e parâmetros de cada tipo de cultivo estão em um banco de dados também da FAO chamado FAOSTAT, também disponível no site em formato de tabelas.

Com base nos parâmetros colocados, os autores chegaram às seguintes conclusões. Para se produzir 1 kg de grão em um país com clima favorável (alta umidade – baixa evapotranspiração), são necessários cerca de 1000 a 2000 kg de água. Já num país de clima seco (alta temperatura e alta evapotranspiração) serão necessários de 3000 a 5000 kg de água. Isso faz com que seja vantajoso para alguns países importarem produtos com grande quantidade de água virtual incorporada e para outros seja rentável exportar tais produtos. O comércio internacional e/ou transcontinental de água “real” (chamamos de “física”) é geralmente impossível, devido às distâncias e custos envolvidos.

Com este trabalho, Hoekstra e Hung (2002) propõem que países com escassez de água, deixem de produzir bens que consomem muito recurso hídrico, enquanto que países (como o Brasil – na visão destes autores, que questionaremos mais a frente) com abundância do líquido produzam e exportem este tipo de produto, numa espécie de “governança alimentar de estado para o mundo”.

Desta forma, além da determinação dos valores da “balança internacional de água virtual”, os autores sugerem uma escala de cuidado com a água, com o fim de se obter maior eficiência e economia:

1) Escala Local – Eficiência no uso: são sugeridas no estudo medidas governamentais que influem no preço ao consumidor; desenvolvimento de tecnologias para não desperdício; cuidados adicionais com recursos ambientais e conscientização na utilização da água.

2) Escala Nacional – Eficiência na alocação: proposição de metodologias para alocação eficiente da água em diversos setores da economia (produtos que consomem menos ou mais água na fabricação/cultivo); e decisões governamentais que incluem saúde e ambiente.

3) Escala Mundial – Eficiência no consumo global: Compreensão política e científica das trocas/negociações de água em escala mundial, considerando-se países com abundância e outros com escassez do recurso, e também a capacidade de cada país produzir bens com mais ou menos água virtual incluída. Os autores sugerem então que se opte por importar produtos com grande quantidade de água virtual incorporada como alternativa às nações com carência em água, sendo assim, proceder na *importação de água virtual*.

Alguns anos depois deste trabalho, Hoekstra e Mekonnen (2011), perceberam que o conceito de pegada hídrica deveria ser acompanhado de uma classificação quanto ao tipo de água que a compõe, e desta forma deu origem a um trabalho que designa “cores” representativas para a água.

3.5.3 As cores da água

Novas propostas vinculadas à água, elaboradas por Hoekstra e Mekonnen (2011) dizem respeito a suas “cores”. Esta foi uma forma que os autores encontraram para identificar algumas situações nas quais a pegada hídrica se apresenta e é composta, ajudando-nos a termos uma melhor noção do volume de água embutido no conceito de água virtual. *Blue water* (água azul) equivale a toda a água doce líquida presente na superfície da Terra, e também às fontes de água subterrânea (aquíferos), estando ela, assim, disponível para uso e participação no ciclo de produção diretamente, ou seja, equivale aos rios, lagos, reservatórios e água proveniente de poços. A água verde (*green water*) corresponde à umidade do solo disponível ao vegetal durante a produção agrícola e à manutenção de vegetação natural, portanto trata-se de uma água não visível facilmente, e que depende das chuvas. Neste conceito está presente a evapotranspiração que é o volume correspondente à evaporação da água (umidade) do solo e também da transpiração das plantas. A terceira cor é a cinza (*grey water*) e representa o volume de água necessário para se descontaminar um determinado corpo hídrico. É importante frisar que, no caso da água cinza, não se trata do volume de água contaminado, e sim de um volume significativo,

muito maior, de água para reduzir aos níveis aceitáveis de contaminação, um determinado corpo de água superficial.

Esta última “cor” nos revela de certa forma, o quão elevado o volume de água virtual pode representar em relação ao volume de água presente no produto, o que nos levou ao conceito de água física, já visto.

O volume de água azul, ou seja, de água doce superficial (rios, lagos e reservatórios) e subterrânea (aquíferos) é usado para o cálculo da “Pegada Hídrica Azul”. Segundo Sousa Júnior e Vieira, 2012, a Pegada Hídrica Azul pode ser calculada pela seguinte equação:

$$PH_{AZUL} = \text{Água AZUL/Evap} + \text{Água AZUL/Incorp} + \text{Água AZUL/NRet}$$

Esta pegada azul corresponde ao consumo dos volumes de água azul que não retornam à fonte após sua utilização, ou seja, são “perdidas”, ou melhor dizendo, saem da bacia hidrográfica em questão, devido à evaporação (Azul/Evap), incorporação de água ao produto (Azul/Incorp), ou transposição para outra bacia (Azul/NRet). Ela pode ser expressa em volume por tempo ou por produto (SOUSA JÚNIOR, VIEIRA, 2012).

O volume de água verde, ou seja, de umidade do solo, é equivalente ao volume de precipitação usado na área de cultivo, que, por sua vez, é proporcional à evapotranspiração desta área (SOUSA JÚNIOR, VIEIRA, 2012). Cálculo semelhante também é observável no modelo tradicional de balanço hídrico, como foi visto (THORNTHWAITE, MATHER, 1955). Estes valores foram a princípio estimados para a produção agrícola mundial usando-se o sistema CROPWAT 8.0 da Food & Agriculture Organization – FAO (HOEKSTRA, HUNG, 2002), que considera estimativas de evaporação por clima e região do planeta e transpiração vegetal por tipo de cultura.

O volume de água cinza, ou seja, aquele necessário para descontaminação de um determinado corpo hídrico, é o mais controverso em termos conceituais, e já sofreu diversas alterações pelos próprios autores da ideia. Para determiná-lo seria necessário saber com antecedência os níveis de contaminação “natural” do volume de água em questão. Por esta razão se torna tão complicado de ser quantificado, pois estudos prévios deste tipo de ocorrência praticamente inexistem (SOUSA JUNIOR, VIEIRA, 2012).

3.6 Elementos conceituais para análise empírica da água

Como foi mencionado no início deste capítulo, para se mensurar a quantidade de água utilizada na agricultura, nas últimas décadas, cientistas tem lançado mão de diferentes enfoques. O que estamos observando, contudo, é que existe, na verdade, uma sobreposição de conceitos. É possível isolar alguns elementos que se equivalem e que fazem parte tanto dos conceitos propostos pela “água virtual” e “pegada hídrica” como dos conceitos de “água física”, e que também já eram apresentados no antigo “balanço hídrico” e, ainda, como vimos, na proposta de um novo modelo de balanço.

Os principais elementos, que compõe todos estes enfoques hídricos, são os seguintes:

Água doce superficial: corresponde ao volume disponível de água doce em rios, lagos e represas. Quando utilizado em atividades antrópicas, passa a fazer parte da pegada hídrica azul (SOUSA JUNIOR, VIEIRA, 2012). No caso do balanço hídrico, esta água faz parte da variável “R”, deflúvio (do inglês *run-off*).

O deflúvio é calculado a partir da diferença entre a entrada e saída de água superficial de uma bacia hidrográfica (SENTELHAS, ANGELOCCI, 2009).

Água subterrânea: está inserida no conceito de pegada hídrica azul, porém não faz parte do cálculo do balanço hídrico tradicional (THORNTHWAITE, MATHER, 1955). Com o aumento do uso de poços artesianos em produções agrícolas, o volume deste componente passou a ser significativo, por isso faz parte do modelo proposto de balanço hídrico (SOUZA, et. al, 2011).

Umidade do solo: equivale ao resultante da fórmula de balanço hídrico, que serve para medir a disponibilidade hídrica para a produção agrícola (SENTELHAS, ANGELOCCI, 2009). Está incluído no conceito de pegada hídrica verde, pois esta corresponde ao volume de precipitação que é armazenado no solo (umidade) e fica disponível para a vegetação (SOUSA JÚNIOR, VIEIRA, 2012).

Precipitação: Principal componente tanto da pegada hídrica verde como do balanço hídrico. Pode ser considerada como a mais relevante fonte de água na produção agrícola, especialmente no caso desta não ser irrigada.

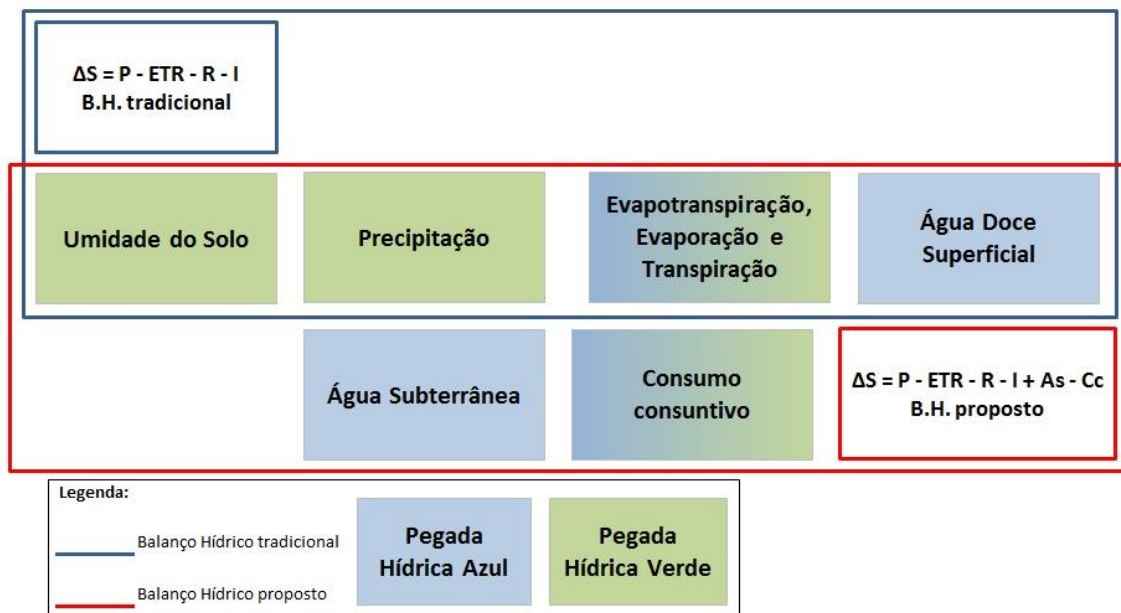
Evapotranspiração, Evaporação e Transpiração: A evapotranspiração está presente na pegada verde, como um dos principais componentes da pegada hídrica em se tratando de uso agrícola, assim como também no balanço hídrico tradicional, pois representa o maior volume de saída de água no balanço. Na verdade, o nome “evapotranspiração” deriva da junção destes dois outros tipos de água, a evaporação de águas doces superficiais, a umidade do solo, e a transpiração das plantas. Tanto no caso da pegada hídrica verde, como no caso do balanço hídrico tradicional, a evapotranspiração é calculada a partir de métodos empíricos, em geral voltados para a agricultura e

que se baseiam na determinação da evaporação potencial com um coeficiente aplicado de capacidade de armazenamento de água no solo ou coeficiente de demanda hídrica do solo (HOEKSTRA et. al, 2011; SENTELHAS, ANGELOCCI, 2009). Porém a evaporação também aparece na pegada azul, isoladamente, pois corresponde a um tipo de consumo consuntivo referente àquilo “que não está mais disponível no mesmo tempo e qualidade” (CHAPAGAIN, TICKNER, 2012), e se apresenta quando se trata de evaporação de águas superficiais ou daquelas provenientes de águas subterrâneas. No balanço hídrico tradicional a evaporação não aparece isoladamente. Entretanto, ao aprofundarmos o entendimento do conceito de água física de Souza, ficou claro que a transpiração é um componente mensurável a partir do desenvolvimento do vegetal e que pode integrar de maneira mais precisa os cálculos dos volumes de consumo consuntivo no modelo proposto de balanço hídrico Unesp/FEHIDRO, além de poder contribuir para os cálculos de pegada hídrica verde.

Consumo consuntivo ou uso consuntivo: Este conceito é apresentado nas pegadas hídricas azul e verde, e ainda aparece no modelo Unesp/FEHIDRO de balanço hídrico, porém de forma diferente. Na pegada hídrica, é referente a toda a água que é incorporada durante a produção do bem, que pode ocorrer por evaporação ou por incorporação ao produto (SOUSA JUNIOR, VIEIRA, 2012). Já no modelo proposto Unesp/FEHIDRO, apesar da evapotranspiração ser tratada do mesmo modo que no modelo tradicional de balanço hídrico, o consumo consuntivo aparece como nova variável. Diferentemente da pegada azul, o novo modelo considera apenas aquilo que realmente não retornará a bacia de origem como consumo consuntivo, traduzindo-o como água incorporada fisicamente, ou, simplesmente “água física”.

Abaixo apresentamos um fluxograma onde é possível visualizar a intersecção entre estes conceitos.

Figura 01 – Conceitos vinculados à água



Elaborada pelo autor.

No alto à esquerda, vemos um quadro azul que circunda a fórmula de balanço hídrico tradicional, e que também abarca os conceitos apresentados pelas pegadas. No quadro vermelho abaixo, à direita, temos a fórmula do balanço hídrico proposto Unesp/FEHIDRO. Podemos perceber que esta fórmula contém todos os conceitos vinculados à pegada hídrica azul e verde, ficando de fora apenas a “água cinza”. As “cores” das pegadas hídricas foram identificadas pela própria cor apresentada na legenda da figura 01. O que ainda não estava claro, e que foi-nos permitido mensurar, é que a transpiração, elemento fundamental na produção agrícola, não aparece isoladamente em nenhum dos três tipos de enfoque (pegada hídrica, modelo tradicional e modelo proposto de balanço hídrico). Acreditamos que esta seja, juntamente com a possibilidade de cálculo preciso da água incorporada fisicamente, a maior contribuição deste trabalho.

Também é importante lembrar, como foi comentado, que os volumes de transpiração da planta da cultura em análise são potencialmente cem vezes superior ao volume de água física incorporada, o que faz com que a variável pré-existente ETR, seja significativamente mais importante do que o consumo consuntivo “Cc”, no caso de produção agrícola. A representatividade da pegada hídrica verde para a agricultura também já era prevista pelos autores, visto que é nesta “cor” que se encerram os volumes mais importantes para a produção agrícola, que são a precipitação e a evapotranspiração (HOEKSTRA et. al.2011, SOUSA JUNIOR, VIEIRA, 2012)

Podemos perceber, então, que os conceitos de balanço hídrico, tradicional ou novo modelo Unesp/FEHIDRO se sobrepõe, e também se colocam sobre os conceitos propostos de pegada hídrica.

Em resumo, as considerações deste capítulo nos mostram que o balanço hídrico tradicional de 1955 não foi concebido para uma produção agrícola em larga escala que visa a exportação de commodities, e, que, em parte, faz uso de águas subterrâneas provindas de aquíferos. Tentando colaborar com o modelo tradicional, o modelo proposto de balanço hídrico do projeto Unesp/FEHIDRO agrega duas novas variáveis (água subterrânea e consumo consuntivo) que visam enquadrar a fórmula de balanço hídrico em uma realidade agrícola exportadora de commodities e usuária de poços artesianos. O uso da água subterrânea no estado de São Paulo, se mostrou equiparável, por estimativa, ao volume incorporado de água física diretamente incorporada. Porém, a transpiração se mostrou como variável decisiva neste estudo e muito mais significativa do que a água física. A transpiração, como foi medida e analisada, passa a corroborar com as ideias de água virtual e pegada hídrica, pois se apresenta como parte

importantíssima do conceito de Pegada Hídrica Verde, fundamental na agricultura.

CAPÍTULO 4

O Caso de Holambra

CAPÍTULO 4 – O Caso de Holambra

Neste capítulo iremos apresentar a área do estudo de caso e analisar os dados primários coletados na pesquisa, ou seja, produção/comercialização da floricultura, volume de água retirado do aquífero, água física incorporada, coleta dos dados da estação meteorológica (precipitação e evapotranspiração) e finalmente, concatenar todas as informações no modelo proposto de balanço hídrico com a resposta ao elemento central do trabalho: a relação entre a saída de água pelo consumo consuntivo referente à incorporação de água ao produto, e entrada de água subterrânea proveniente dos poços, na bacia hidrográfica da área de estudo.

4.1 Histórico de Holambra

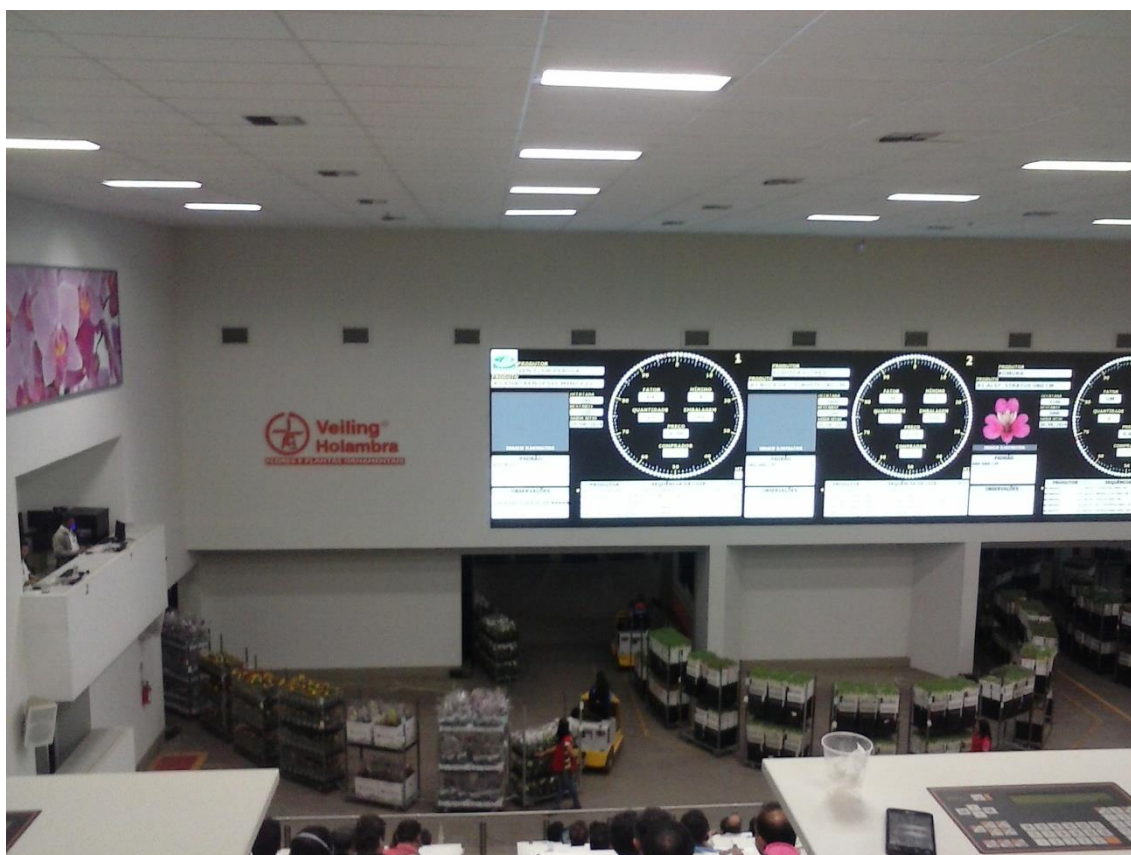
Com o fim da segunda guerra mundial, e com o país devastado, o governo holandês estimulou a imigração de uma parte da população para, principalmente, a Austrália, o Brasil, o Canadá e a França. O Brasil foi o único país a permitir a vinda de católicos. Com o apoio do governo holandês, a Associação Neerlandesa dos Lavradores e Horticultores Católicos (do holandês: Katholieke Nederlandse Boer en Tuinders Bond) enviou uma comissão para o Brasil para efetivar a imigração de holandeses e para fixar um acordo com o governo brasileiro.

Um grupo de aproximadamente quinhentos imigrantes, originários da província de Brabante do Norte, imigrou para o Brasil e estabeleceu-se na antiga fazenda Ribeirão no estado de São Paulo. Eles fundaram em 14 de julho de 1948

a colônia Holambra I e a Cooperativa Agropecuária Holambra, com o objetivo de produzir leite e derivados. Entretanto, o gado holandês trazido pelos imigrantes foi dizimado por doenças tropicais, obrigando os produtores a optarem pela suinocultura e criação de galinhas.

Com a vinda de um novo grupo de imigrantes holandeses em 1951 foi iniciado o cultivo de flores, tendo sido ampliado entre 1958 e 1965. Em 1972 foi criado o departamento de floricultura para a venda de grande variedade de flores e plantas ornamentais, e, em 1989, foi iniciado o leilão (Veiling de Holambra) de plantas e flores.

Foto 03 – Veiling de Holambra



Crédito da imagem: Renato Peres (2015).

O nome Holambra foi composto a partir dos acrônimos de Holanda, América e Brasil. Pertencia, originalmente, aos municípios de Jaguariúna, Artur Nogueira, Santo Antonio de Posse e Cosmópolis. Em 1991 a cidade votou sua

emancipação político-administrativa, tornando-se, assim, independente. O município recebeu em 1998 a qualificação de Estância Turística. A cidade também se destaca por ter o 61º índice de qualidade de vida do país e por ter o melhor índice de segurança.

Foto 04 – Entrada do município de Holambra – Estância Turística



Crédito da imagem: Renato Peres (2015).

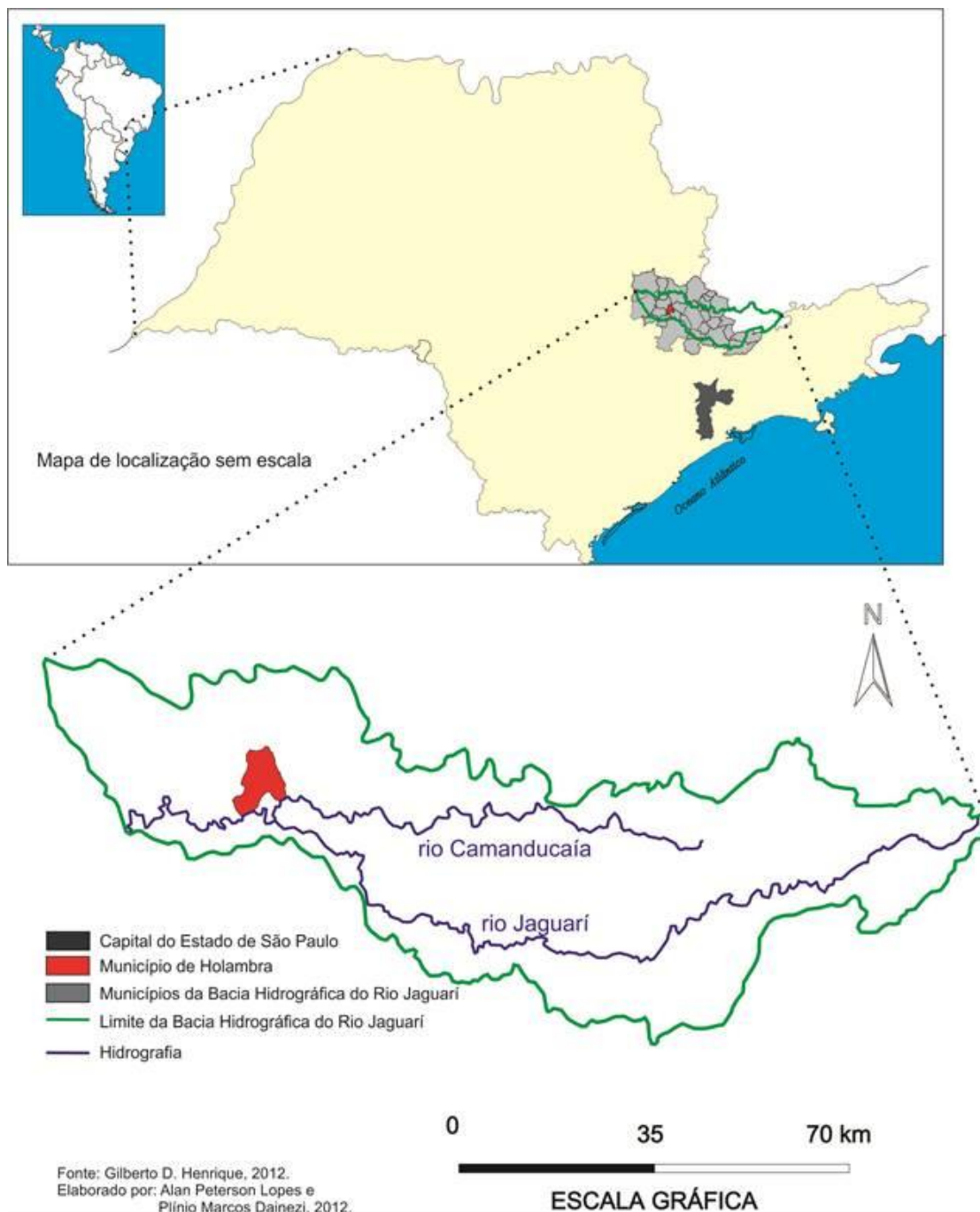
Holambra é um dos 29 municípios paulistas considerados Estâncias Turísticas pelo Estado de São Paulo, por cumprirem determinados pré-requisitos definidos por lei. Também, o município adquire o direito de agregar junto a seu nome o título de "estância turística", termo pelo qual passa a ser designado tanto pelo expediente municipal oficial quanto pelas referências estaduais. Esses e outros atributos garantiram à cidade também o título de Capital Nacional das

Flores, em 2011. (KAHIL, 1997; LOPES, 2015; HOLAMBRATUR, 2016; PREFEITURA DE HOLAMBRA, 2016).

4.2 Aspectos Físicos de Holambra

O município de Holambra está localizado na bacia hidrográfica do Rio Jaguari e posiciona-se entre as coordenadas geográficas aproximadas 45°50' e 48°30' de longitude oeste e 22°00' e 23°20' de latitude sul, com área de 15.303,67 km². Pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 5 (UGRHI 5), conforme a lei estadual 9.034/94. Sob a localidade ocorre a presença do Aquífero Tubarão, do tipo semi-confinado na região de estudo.

Mapa 03 – Localização do Município de Holambra na Bacia Hidrográfica



Fonte: Souza, et. al (2011)

Por estar hoje sob demanda intensa de recursos hídricos, o município pode vir a ser enquadrado como área de restrição ao uso de águas subterrâneas, como é o caso de outras áreas do estado (DAEE, 2013). A deliberação CRH Nº 052, de 15/04/2005 “Institui no âmbito do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH diretrizes e procedimentos para a definição de áreas

de restrição e controle da captação e uso das águas subterrâneas”. Este é o caso dos municípios de Ribeirão Preto/SP (Deliberação CRH 118 de 08/06/2010), Jurubatuba/SP (CRH 132 de 19/04/2011) e Monte Azul Paulista/SP (PORTARIA DAEE nº 965, de 29/03/2013), bem como o Entorno da Lagoa de Carapicuíba – São Paulo/SP (PORTARIA DAEE nº 2653, de 15/12/2011).

Para fins de obtenção de dados primários referentes ao balanço hídrico (ainda no modelo tradicional) uma estação meteorológica digital automática foi adquirida para instalação no município de Holambra, em uma das propriedades localizada em área central da bacia hidrográfica (Foto 05).

Foto 05 – Instalação da Estação Meteorológica em Holambra (2015)



Crédito da Imagem: Renato Peres (2015).

Esta estação nos forneceu diversos dados climatológicos, como temperatura, velocidade do vento e outros, mas para o presente trabalho, os

dados utilizados foram os de precipitação, através de um pluviômetro integrado à estação e de evapotranspiração, provenientes de um tanque classe, também parte integrante da estação meteorológica. Com os dados obtidos pudemos apresentar os seguintes resultados de pesquisa:

4.2.1 Precipitação

As medições do pluviômetro da estação meteorológica apresentaram os seguintes dados de precipitação, conforme gráfico abaixo:

Gráfico 05 – Precipitação em Holambra (12 meses: Mar/15 a Fev/16)



Fonte: Dados primários da pesquisa com projeto Fehidro. Elaborado pelo autor.

A ilustração acima nos mostra o volume precipitado de água de chuva no município em mm, com valores diários acumulados para o total de cada mês em doze meses, o que nos possibilita calcular o total de precipitação anual no período da pesquisa. O volume de precipitação neste período de doze meses foi de **1535,60 mm**. Vale lembrar que se trata de um dado primário de pesquisa e que não tinha histórico para o município de Holambra, devido à inexistência de

estações meteorológicas públicas na localidade. Entretanto, para efeito deste estudo, podemos considerar como referência a ser comparada com municípios próximos que já possuíam estação meteorológica.

Este volume de água em mm, quando aplicado à área de estudo, que obteve questionários respondidos por propriedades agrícolas que juntas somam 22 Km² de área, equivale a um total de quase 34 milhões de m³ de precipitação anual, ou seja, 34 milhões de toneladas de água por ano. A importância deste valor está ligada a análise que será feita mais a frente com relação às variáveis de balanço hídrico.

4.2.2 Evapotranspiração

Outro importante resultado apresentado pela estação meteorológica como dado primário da pesquisa em parceria com o projeto Unesp/FEHIDRO, foi o valor acumulado de evapotranspiração potencial, medida a partir do tanque classe A da estação.

Gráfico 06 – Evapotranspiração Potencial Holambra (12 meses: Mar/15 a Fev/16)



Fonte: Dados primários da pesquisa com projeto Fehidro. Elaborado pelo autor.

Este gráfico nos mostra os dados de evapotranspiração potencial obtidos a partir do tanque classe A da estação meteorológica do projeto. Os valores são diários e acumulados mês a mês, perfazendo um total equivalente ano de 3.044,56 mm de água potencialmente evapotranspirada. Ao aplicarmos este valor à área de 22 Km² estudada, teremos um volume total de água a ser potencialmente evapotranspirada de quase 67 milhões de m³, ou seja, o limite máximo de saída de água por evapotranspiração, nestas condições, seria de 67 milhões de toneladas/ano. Este valor também será usado mais a frente para análise mais profunda das variáveis de balanço hídrico.

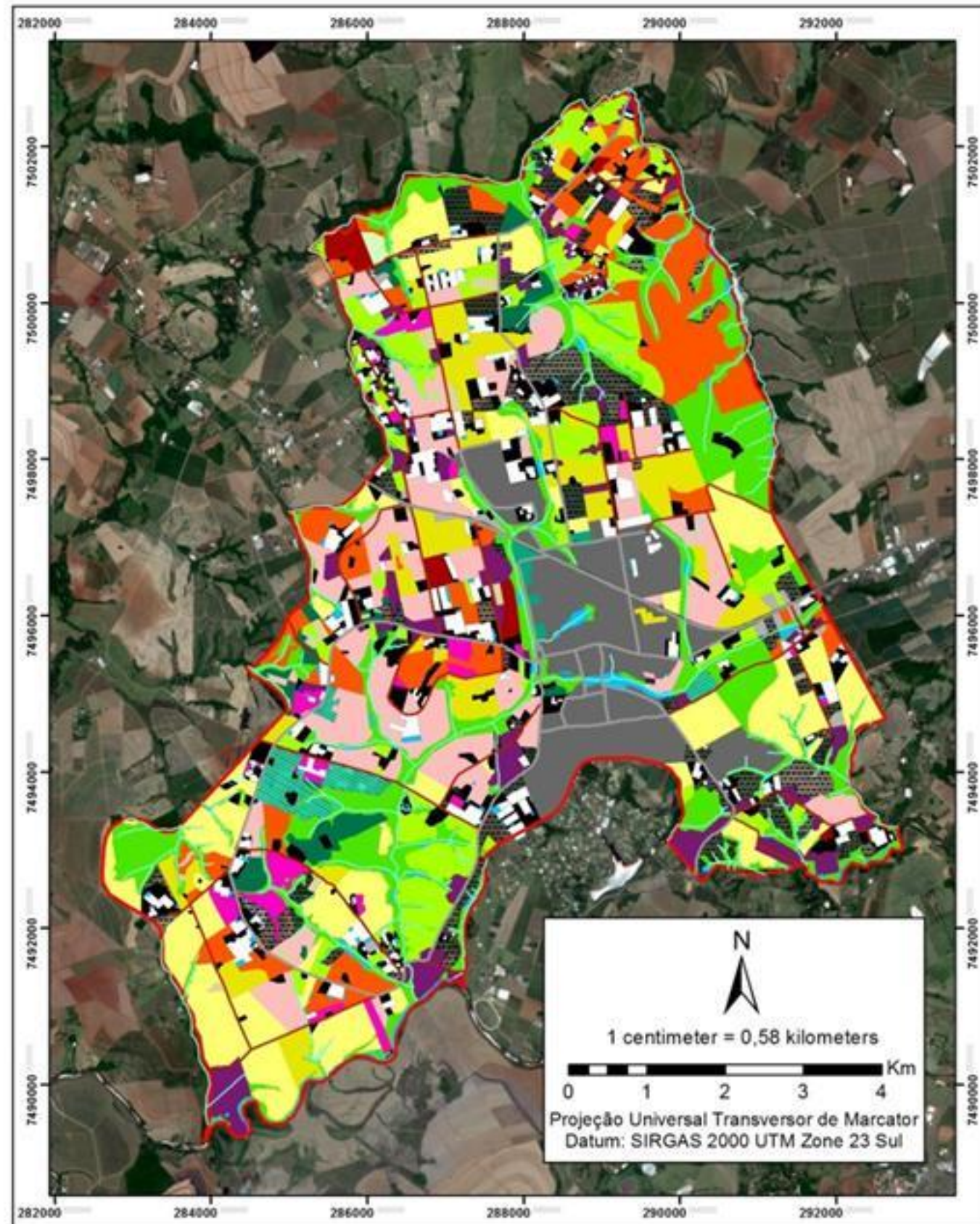
4.3 O Uso da Terra em Holambra

Para o desenvolvimento do mapeamento do uso e cobertura da terra no município de Holambra, foi preliminarmente realizada uma análise das imagens disponíveis. Primeiro foram levantadas ortofotos da região geradas pelo conjunto de satélites “RapidEye” com fotos de 2013 disponibilizadas pelo site do Ministério do Meio Ambiente. Essas imagens são geradas no sistema WGS 1984 e as transformadas para o *datum* SIRGAS 2000 no sistema de coordenadas planas UTM, na Zona 23 Sul pelo software Arcmap 10.3. Com estas imagens, e com o auxílio de imagens do Google Earth Pró (Maio de 2016) foram identificadas e vetorizadas no Arcmap 10.3, na escala de 1:5.000, todos os polígonos das produções agrícola, agropecuária, estufas, área urbana, corpos d’água, área verde do município entre outros. Finalizada esta primeira parte, foram realizados no município de Holambra, durante o mês de agosto de 2016, com o apoio da empresa parceira HC2 Gestão Ambiental e Topografia, trabalhos em campo para

conferir cada polígono vetorizado. Não foi possível obter informações para cinco polígonos, que totalizaram 11,65 hectares, e que corresponde a apenas 0,18% da área do município.

Durante esse processo, foram visitadas as propriedades demarcadas e levantados os respectivos tipos de produtos agrícolas. Isso se deu como forma de refinamento das áreas de produção, que possibilitou desenvolver um mapeamento do município e uso da terra, com maior precisão e detalhamento por tipo de produto agrícola.

Mapa 04 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra - Holambra/SP - 2016

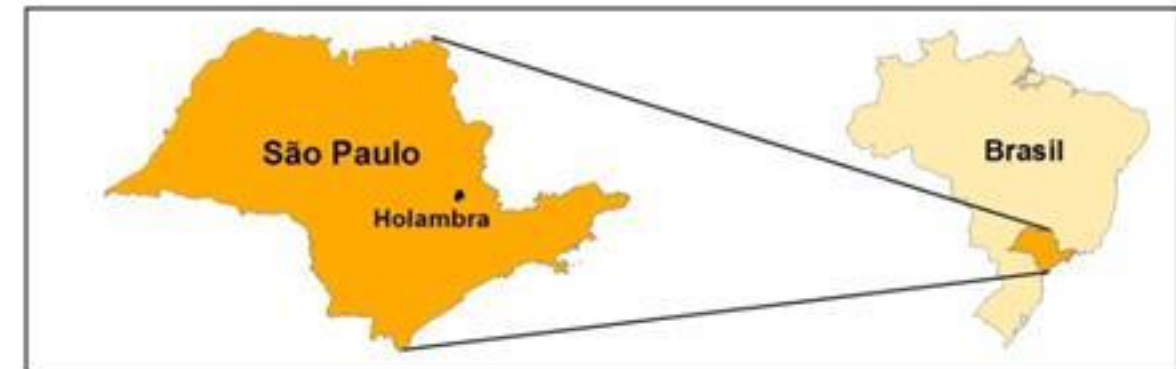


Legenda:

- Estrada Asfaltada
- Estrada de terra
- Rede de Drenagem
- Holambra - Limite Municipal

Uso:

- | | | |
|--------------|------------------------------|----------------|
| Água | Granja e Suínos | Pesquisa |
| Cana | Horticultura | Sede |
| Chácara | Industria e Comércio ZR | Sem Informação |
| Citricultura | Mata | Sem Uso |
| Estufa | Milho | Silvicultura |
| Feno | Pasto | Trigo |
| Fruticultura | Plantas Ornamentais em Campo | Zona Urbana |



Mapa de Uso e Cobertura da Terra - Holambra/SP

Universidade Estadual Paulista, Julio de Mesquita Filho,
Unesp - Campus Rio Claro.
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO)

Escala de Mapeamento: 1: 5.000

Escala de Representação: 1:50.000

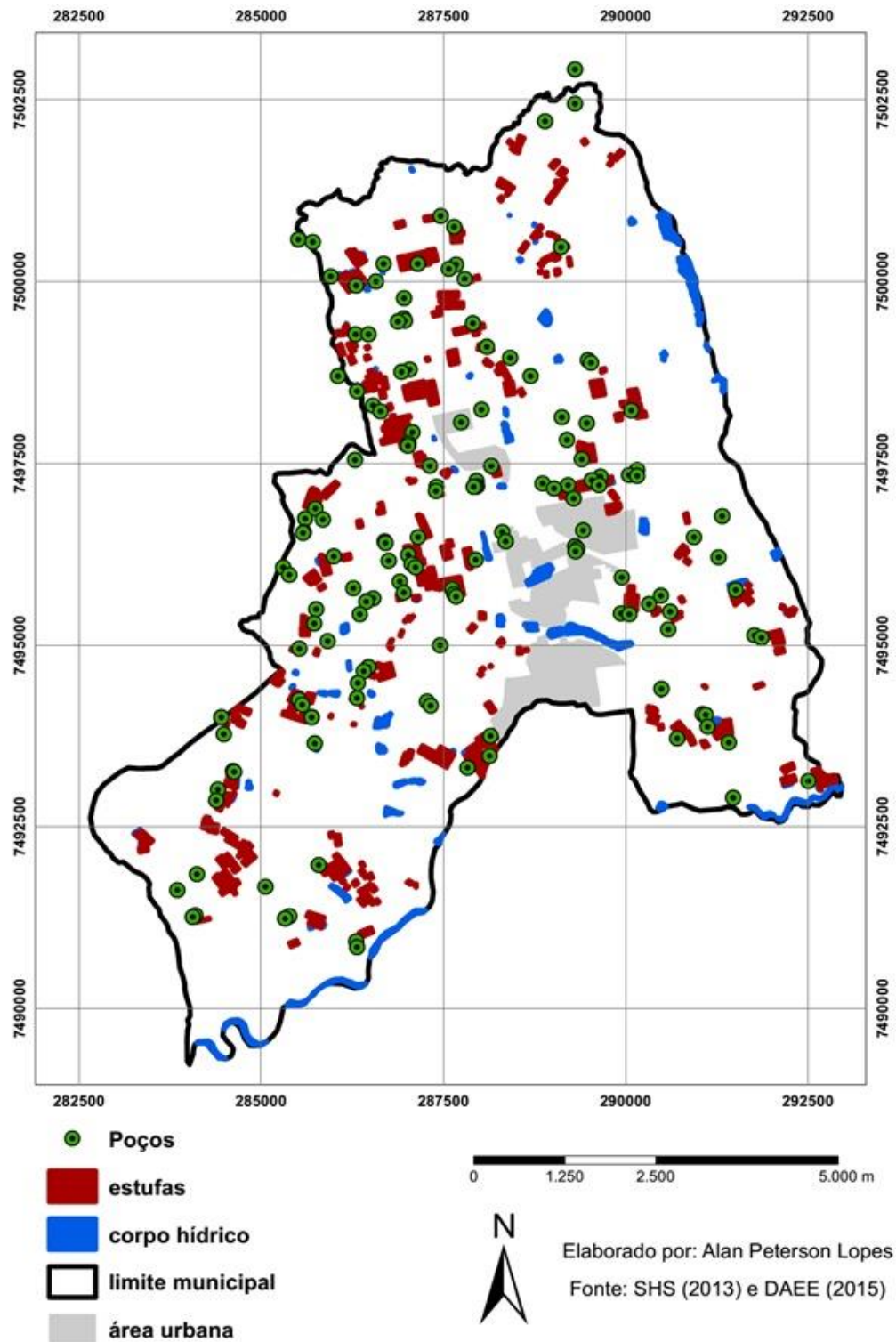
Elaboração:
José Gilberto de Souza,
Laudmilla Leite, Lucas Coutinho,
Mariano Caccia, Poliana Arantes,
Renato Peres



Setembro de 2016

Este mapa nos mostra as atividades econômicas desenvolvidas pelo município, havendo destaque para cana de açúcar com 12,4% da área total do município; feno com 9,4%; citricultura com 8,6%; pasto com 6,9%; milho com 6,0% e estufas para floricultura com 5,3%. As demais atividades agrícolas ficaram com números abaixo de 2% (plantas ornamentais em campo e silvicultura) e abaixo de 1% outras. As áreas ocupadas por atividades não agrícolas (mata nativa, zona urbana, e outras) representam 44,7% da área total do município. Porém, para efeito de uso de água subterrânea, foi constatada um sobreposição de poços artesianos com as áreas de floricultura em estufa, como mostra o mapa a seguir (LOPES, 2015).

Mapa 05 – Estufas e poços tubulares em Holambra (2013)



Fonte: LOPES, 2015

Este mapeamento nos permite visualizar a quantidade de poços cadastrados usados para a principal atividade econômica do município, a

floricultura. A especialização produtiva neste ramo de atividade no município é a causa do uso excessivo de poços. De acordo com Lopes (2015), a oferta de águas superficiais já está em estado crítico para atender a demanda da produção florícola, o que obriga os produtores a utilizarem poços, em sua maioria artesianos, por terem vazão mais estável (LOPES, 2015). O volumes de água utilizados nesta produção foram obtidos a partir dos questionários, que iremos mostrar a seguir.

4.4 Produção agrícola e água subterrânea

Para a execução do projeto em parceria com o FEHIDRO, um questionário (Anexo 02) está sendo aplicado aos produtores agrícolas do município. A meta é que consigamos atingir a totalidade das propriedades, até o término do projeto em final de 2017. Porém alguns produtores se mostraram bastante resistente em respondê-lo, e outros simplesmente não puderam ser encontrados, pois a sede da empresa não se localiza na área de estudo e o proprietário não optou por permitir conceder uma entrevista. Até o momento da finalização desta dissertação, foram aplicados e compilados 73 questionários, que representam aproximadamente 30% do total de propriedades presentes na área do município de Holambra. O questionário apresenta diversos tipos de perguntas referentes à produção agrícola e uso da água, além de uso de perguntas sobre o sistema produtivo, uso de insumos e fertilizantes, e, também, formas de descarte de material inutilizável.

Entretanto, para este trabalho, o que será usado serão as informações relativas ao volume de produção de flores e plantas ornamentais, expressos em

toneladas; e o volume de água usado anualmente a partir de poços artesianos ou cacimba.

Com base nas informações dos questionários aos 73 produtores de Holambra, levantamos as seguintes atividades econômicas: 103 estufas com flores, plantas ornamentais e tomate; 6 espécies de flores ou plantas ornamentais produzidas em campo aberto; 12 áreas de agricultura com laranja, milho, feijão, limão, feno e outras árvores frutíferas e 7 áreas de pecuária com 5 granjas e duas suinoculturas. Alguns produtores têm apenas uma atividade, mas muitos têm três ou mais. Entretanto, o que é importante para este estudo é a comparação dos volumes de produção em toneladas com o uso da água subterrânea. Tivemos apenas um caso de flor produzida em campo aberto (crisântemo de corte) que tem volume de produção relativamente representativo, de 39 toneladas por ano, mas cujo consumo de água subterrânea informado é referente apenas ao uso sanitário. Os 5 restantes da floricultura de campo somados não atingem 5 toneladas de produção por ano e não informaram utilização de água de poço. Portanto, como já era previsto no projeto, vamos verificar os volumes de produção da **floricultura em estufa**, que tem volume representativo e se utiliza intensamente dos mananciais profundos, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 14 – Produção da floricultura em estufa de Holambra (2016)

Floricultura de Estufa	Ton / ano	% Acum.
CRISÂNTEMO	3.096,72	31,2%
TOMATE	1.077,60	42,0%
VIOLETA	938,10	51,4%
ERVAS AROMATICAS E SUCULENTAS	757,08	59,1%
PIMENTA	546,19	64,6%
MUDAS DE HORTALIÇAS	500,00	69,6%
CYCLAMEM	483,80	74,5%
AZALEIA	360,40	78,1%
ANTHURIO	200,11	80,1%
OUTROS (% = diferença)	1.978,36	19,9%
Total Produção anual em toneladas	9.938	100,0%

Fonte: dados primários da pesquisa. Elaborado pelo autor.

Podemos observar nesta tabela a presença do tomate e de mudas de hortaliças, que não são parte da floricultura. Porém, por ser cultivado em estufa, ter uso significativo de água subterrânea e ter o percentual de umidade conhecido (NEPA, 2011), julgamos importante mantê-lo na pesquisa, já que o objetivo do trabalho está na mensuração do uso da água e não na floricultura em si. A “pimenta” e “ervas aromáticas e suculentas”, no caso, são comercializadas como plantas ornamentais, e vendidas em vasos, e não como alimento. Como estes produtos representam juntos 80% do total da nossa amostragem de 73 questionários, fizemos a medição da umidade de todos em laboratório, com exceção das Mudas de Hortaliças, por se tratar de produto de “*breeding*”, ou seja, material de importância comercial por se tratar de resultado de melhoramento genético, por isso não nos foi concedida amostra do produto para exame em laboratório, como nos explicou o entrevistado. Para este caso e para os restantes 19,9% dos produtos, utilizamos a umidade média de 67%. Mais a frente, iremos mostrar a tabela com o resultado da medição de umidade das amostras em laboratório. Agora veremos o resultado da utilização de água subterrânea proveniente dos mesmos 73 questionários.

Tabela 15 – Águas subterrâneas na Floricultura de Estufa – Holambra 2016

Água Subterrânea na Floricultura de Estufa	Produção ton / ano	Água Subterrânea "As" ton / ano	% Acum.
CRISÂNTEMO	3.097	137.157	26,8%
TOMATE	1.078	17.485	30,2%
VIOLETA	938	38.050	37,7%
ERVAS AROMATICAS E SUCULENTAS	757	1.643	38,0%
PIMENTA	546	159	38,0%
MUDAS DE HORTALIÇAS	500	9.125	39,8%
CYCLAMEM	484	17.547	43,2%
AZALEIA	360	99.592	62,7%
ANTHURIO VASO	200	6.907	64,1%
OUTROS (% = diferença)	1.978	183.766	35,9%
Total Água Subterrânea	9.938	511.429	100%

Fonte: Dados primários da pesquisa. Elaborado pelo autor.

É importante destacar que os dados relativos ao uso de água de poços cacimbas ou artesianos foi declarado pelo entrevistado. Contudo existe razoável confiabilidade na informação, visto que a forma de obtenção do consumo foi feita a partir da vazão informada da bomba do poço (dado técnico que varia conforme a potência da mesma), multiplicada pelo tempo que ela fica ligada, conhecido pelo produtor. Por exemplo, uma bomba que tem vazão de 5m³/h, e que permanece ligada 5 horas por dia, durante todos os dias do ano, terá um consumo anual em metros cúbicos de: 5 x 5 = 25 m³/dia; 25 x 365 dias = 9.125 m³ por ano.

Também é necessário considerarmos que alguns produtores não se utilizam de água subterrânea para irrigação, apenas para manutenção da produção e/ou uso doméstico, enquanto outros a utilizam para irrigação por aspersão, caracterizada pelo alto consumo, como mostra a tabela 15, nos produtos “crisântemo” e “azaleia”. Porém, o que interessa na elaboração do modelo é o resultado geral da produção em estufa do município, que deve abranger todas as suas especificidades.

A seguir iremos mostrar os resultados dos exames de laboratório que possibilitaram os cálculos de umidade, água física e transpiração potencial das amostras dos principais produtos florícolas doadas pelos produtores.

4.5 Água física e umidade

A maneira como estamos procedendo para determinar o consumo consuntivo, ou água fisicamente incorporada, ou simplesmente água física, parte do conhecimento da umidade do produto agrícola (SOUZA, et. al, 2010). Muitos destes produtos têm seu percentual de umidade divulgado a partir de publicações técnicas ou artigos científicos, como o caso da cana, de madeira, e de grãos como soja e arroz. A Unicamp divulgou em 2011 a Tabela de Composição de Alimentos – TACO (NEPA, 2011), que contém o teor de umidade, e outros componentes, como proteínas e gorduras de 584 alimentos, sejam eles crus, preparados ou industrializados. Entretanto, não é o caso das flores e plantas ornamentais. Para identificarmos o percentual de umidade destes produtos foi necessário que adotássemos um procedimento de determinação de umidade em laboratório.

De posse das amostras doadas das flores mais representativas que somam 80% do volume total em toneladas da produção das estufas da nossa amostra de 73 entrevistados, fizemos a medição da umidade destes produtos no Laboratório de Geoquímica Ambiental (LAGEA), do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN), do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Unesp, no campus de Rio Claro/SP.

Foi, então, realizado o processo de secagem e pesagem, explicado a seguir.

Materiais:

Para realizar os ensaios em laboratório foram utilizados os seguintes materiais:

- Balança centesimal – 0,01g – mark 1300 com capacidade de 1.3 kg;
- Estufa de Cultura e Bacteriologia – Qualxtron;
- Embalagens para armazenamento das amostras;
- Recipientes para armazenamento das amostras em estufa (recipiente onde é colocada a amostra para secagem em estufa).

Procedimentos para secagem e pesagem das amostras:

Para identificar a estimativa de água incorporada aos produtos agrícolas foram coletadas 24 amostras de flores do município de Holambra/SP e posteriormente levadas ao laboratório para análise.

As amostras de material botânico coletadas para análise compreenderam as seguintes culturas: antúrio, ervas aromáticas, crisântemo, kalanchoê, azaleia, cyclamem, pimenta ornamental e violeta, sendo 3 amostras de cada uma das culturas.

As amostras foram armazenadas em embalagens plásticas logo após sua coleta, lacradas para que não houvesse perda de umidade, e identificadas com etiquetas. Em laboratório, as amostras foram pesadas ainda lacradas em balança centesimal (Foto 06).

Foto 06 – Balança centesimal



Foto 06: Crédito da imagem: Laudmilla Leite

Para a obtenção do resíduo vegetal seco as amostras foram abertas, retiradas de suas embalagens e colocadas em recipientes de armazenamento (Fotos 07 e 08) e passaram pelo processo de secagem em estufa a 105°C por um período de 24 horas. Vale ressaltar que os pesos referentes aos recipientes foram subtraídos logo após a secagem.

Foto 07 – Recipientes para secagem



Foto 07: Crédito das Imagens: Laudmilla Leite.

Foto 08 – Recipiente para secagem com amostra



Foto 08: Crédito das Imagens: Laudmilla Leite.

Após a secagem em estufa as amostras secas foram pesadas (Foto 09), bem como as embalagens utilizadas inicialmente.

Foto 09 – Amostra seca



Foto 09: Crédito das Imagens: Laudmilla Leite.

Por meio de medição dos pesos das amostras úmidas e secas foi possível determinar o teor de umidade de cada cultura, subtraindo-se o peso da amostra úmida (sem embalagem e recipiente) do peso da amostra seca (sem recipiente), e tirando-se a média aritmética das três amostras de cada espécie. Os teores de umidade são apresentados na seguinte tabela:

Tabela 16 – Percentual de Umidade das Principais Culturas Florícolas

Teor de Umidade das Principais Culturas Florícolas	Umidade %
CRISÂNTEMO	72,7%
VIOLETA	65,7%
ERVAS AROMATICAS E SUCULENTAS	68,7%
PIMENTA	57,3%
CYCLAMEM	66,8%
AZALEIA	67,3%
ANTHURIO	63,3%
KALANCHOE MINI	80,0%

Fonte: dados primários da pesquisa. Elaborado pelo autor.

De posse dos dados de umidade das principais culturas de estufa da floricultura holambrense, aliados aos dados dos questionários aos 73 produtores entrevistados, juntamos os três elementos primordiais da pesquisa: Produção em toneladas, água subterrânea utilizada e umidade dos produtos.

Iremos agora mostrar o resultado do consumo consuntivo, ou água física, calculado a partir da umidade e volume de produção, apresentados anteriormente.

Tabela 17 – Água Física da Floricultura em Estufa de Holambra (2016)

Floricultura de Estufa	Produção (ton / ano)	% Acum.	Água subter. (ton / ano)	Umidade %	Umidade (ton / ano)	Fotossíntese (ton / ano)	Água Física (ton / ano)
CRISÂNTEMO	3.096,7	31,2%	137.157	72,7%	2.251,8	507,0	2.758,73
TOMATE	1.077,6	42,0%	17.485	95,1%	1.024,8	31,7	1.056,48
VIOLETA	938,1	51,4%	38.050	65,7%	616,6	192,9	809,50
ERVAS AROMATICAS E SUCULENTAS	757,1	59,1%	1.643	68,7%	520,0	142,3	662,23
PIMENTA	546,2	64,6%	159	57,3%	313,2	139,8	452,98
MUDAS DE HORTALIÇAS	500,0	69,6%	9.125	67,0%	335,0	99,0	434,00
CYCLAMEM	483,8	74,5%	17.547	66,8%	323,4	96,3	419,63
AZALEIA	360,4	78,1%	99.592	67,3%	242,6	70,7	313,27
ANTHURIO VASO	200,1	80,1%	6.907	63,3%	126,6	44,1	170,71
OUTROS (% Acum. = diferença)	1.978,4	19,9%	183.766	67,0%	1.349,6	377,3	1.726,85
TOTAL	9.938,4	100%	511.429		7.103,4	1.701,0	8.804,39

Fonte: dados primários da pesquisa. Elaborado pelo autor.

A água física é calculada, primeiramente, aplicando-se o percentual de umidade na produção. Subtrai-se este o valor de umidade em tonelada do valor da produção em toneladas, para obtermos o volume da produção “seca”. A este

valor “seco” se aplica o percentual de 60% equivalente à fotossíntese, conforme foi explicado no capítulo 3. A este resultado de fotossíntese em toneladas se soma o valor de umidade em tonelada, e finalmente temos o valor da água física, ou consumo consuntivo em toneladas. É importante notar que todos os valores somados estão na mesma unidade (tonelada = ton), representam o mesmo período de análise (um ano) e equivalem a mesma área de estudo, que são os 22 Km² ocupados pelas 73 propriedades entrevistadas. Também é possível avaliar os resultados totais, que é o objeto deste trabalho, ou ainda individualmente, pois são isoladamente válidos para cada produto.

Temos, então, o volume de 8.804,39 toneladas de água fisicamente incorporadas aos produtos analisados. Podemos dizer que este montante de água não retornará à bacia hidrográfica de origem, a partir da comercialização dos produtos para fora do município. Esta água deixa de fazer parte de do ciclo de evaporação, precipitação, esgotamento ou reuso da área de estudo.

A partir deste momento é possível fazer inferências para a determinação do elemento central deste trabalho, a relação entre água fisicamente incorporada, ou consumo consuntivo, com o volume de água subterrânea explotada. Apresentamos os resultados a seguir.

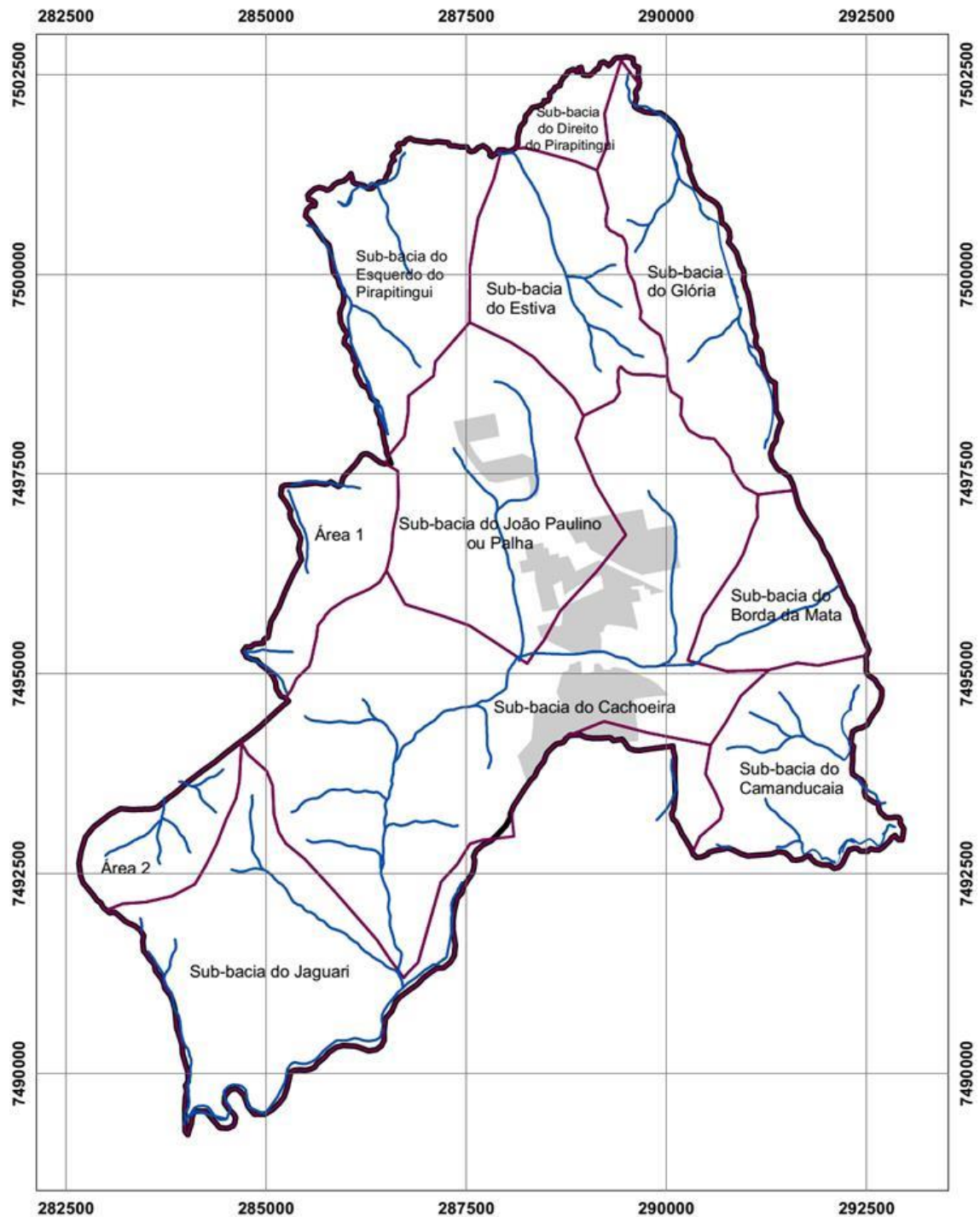
4.6 Resultados do modelo de balanço hídrico proposto




Como vimos no capítulo 3, a proposta de balanço hídrico do projeto Unesp/FEHIDRO, se baseia na inclusão de duas novas variáveis ao balanço hídrico tradicional, uso de água subterrânea e consumo consuntivo. Desta forma a fórmula de balanço hídrico passaria a ser $\Delta S = (P + \mathbf{As}) - \text{ETR} - R - i - \mathbf{Cc}$.

A variável “ ΔS ”, que representa a umidade do solo, é a incógnita da equação, que nos responderia, a princípio, se existe disponibilidade hídrica para a produção agrícola, caso seja positiva, ou se existe carência de água na bacia. A variável “P” representa a precipitação anual que foi levantada pela estação meteorológica apresentada no item 4.2.1 deste capítulo. A “ETR” que seria a evapotranspiração real será substituída pela “ETP” para efeito de compreensão do modelo, visto que para cálculo de evapotranspiração real seria necessário um aprofundamento das análises de uso do solo, de todas as culturas agrícolas do município, cobertura vegetal e outras informações mais detalhadas que estão fora dos objetivos do projeto Unesp/FEHIDRO e que, também, não são necessárias para a avaliação da proposta do modelo. A variável “R”, que representa o deflúvio (run-off), ainda está em fase de ser avaliada dentro do projeto Unesp/FEHIDRO. Entretanto, como estamos avaliando o resultado geral de um ano para termos noção dos valores das novas variáveis frente às variáveis tradicionais, entendemos que o deflúvio total resultante será compatível com o nível dos rios que perpassam o município de Holambra. Historicamente não existe registro do nível destes rios, pertencentes às sub-bacias dos município de Holambra (Mapa 06), terem tido alteração de vazão muito representativa, e que comprometesse o abastecimento hídrico da região.

Mapa 06 – Sub-bacias hidrográficas do município de Holambra

Mapa 6: Sub-bacias hidrográficas de Holambra



-  Hidrografia
-  Sub-bacias
-  Área urbana



Escala: 1:50.000

Datum: SAD 69 Zona: 23S

Fonte: SHS (2013) e
Cartas Topográficas IBGE 1:50.000

Elaborado por: Alan Peterson Lopes

Fonte: LOPES, 2015.

Estamos avaliando no momento (até a finalização da redação deste trabalho), se será possível ou não a mensuração do deflúvio destes rios para uma análise mais acurada, mas acreditamos que a considerando nula não irá prejudicar o resultado do modelo, sobretudo se levarmos em conta a análise final do modelo a ser explicada a seguir. Além disso, esta resultante pode ser considerada nula pois teoricamente o resultado final a longo prazo desta variável tende a se equilibrar, tendendo a zero (SENTELHAS, ANGELOCCI, 2009). A infiltração (i) também será considerada nula, por três motivos: Os volumes de água infiltrada são muito baixos, e geralmente considerados desprezíveis (SENTELHAS, ANGELOCCI, 2009); considerando que poços profundos podem demorar de décadas à milhares de anos para serem recarregados (GASTMANS et. al, 2013), os valores relativos a um ano de recarga para a proposta de avaliação de água subterrânea deste modelo pode ser realmente nula; não existe possibilidade de compra do equipamento para a medição da recarga de aquífero, ou para a instalação de poços de monitoramento, por estarem fora do alcance do orçamento do projeto aprovado. A nova variável proposta relativa à água subterrânea “As” foi calculada com base no resultado dos questionários e já apresentada no item 4.4. A nova variável de consumo consuntivo, representada pela água física incorporada à produção também já foi mostrada neste capítulo. Desta forma, o primeiro resultado numérico do modelo proposto seria este:

Figura 02 – Modelo explicativo do Balanço Hídrico Proposto

Resultado Parcial do Modelo Proposto de Balanço Hídrico Unesp/FEHIDRO

(com base na área relativa à aplicação dos questionários no município de Holambra/SP)

$\Delta S = P - ETR - R - i + As - Cc$	P (mm)	ETP (mm)
onde:	mar/15	173,43
ΔS = Disponibilidade Hídrica no Solo	abr/15	245,79
P = Precipitação Anual	mai/15	284,72
ETP = Evapotranspiração Potencial	jun/15	334,10
R = Deflúvio (atual zero, em análise)	jul/15	287,06
i = Infiltração (desprezível no modelo atual)	ago/15	382,85
As = Água Subterrânea Explotada	set/15	251,85
Cc = Consumo consuntivo (água física)	out/15	255,60
	nov/15	172,29
	dez/15	160,32
	jan/16	286,45
	fev/16	210,10
	1.535,60	3.044,56

Valores em toneladas por ano para 22 Km² - da área de estudo:

ΔS	P	ETP	R	i	As	Cc
-32.621.393	33.783.200	66.980.320	-	-	586.889	11.161

Fonte: dados primários da pesquisa. Elaborada pelo autor.

O resultado desta equação de balanço hídrico apresenta ainda números parciais, entretanto, se considerarmos tanto deflúvio (R), como infiltração (i) sendo desprezíveis, já será possível observar dois fatores muito importantes para o entendimento deste modelo:

a) Ordem de grandeza: Os dados referentes à precipitação e evapotranspiração se mostram da ordem de 10 a 100 milhões de toneladas ano. Os valores de uso de água subterrânea estão duas ordens de grandeza abaixo, de 100 mil a 1 milhão. E o volume de consumo consuntivo ou água física se apresenta a outra ordem de grandeza abaixo, de 10 mil toneladas ano. Estes números nos faz questionar a relevância do modelo, visto que o grande valor, de importância real na dinâmica hídrica já era apresentado no balanço tradicional de 1955.

b) Evapotranspiração Potencial: Como mostra o gráfico 06 (da página 110), a evapotranspiração seria o grande responsável pela deficiência hídrica na área de

estudo. Portanto um estudo mais detalhado para a determinação da evapotranspiração real seria indicado para compreender melhor a falta de água nos poços de Holambra, se este for o modelo final apresentado. Porém, como já havíamos mostrado no capítulo 3, a transpiração das plantas, que foi discutida no item 3.4.1 daquele capítulo se apresenta como muito mais relevante que a água física que mostramos nesta tabela.

Estas duas observações nos levam a crer que existe a possibilidade da água subterrânea ter uma ligação mais forte com a produção agrícola do que com a própria dinâmica hídrica apresentada, mesmo porque a velocidade de recarga dos aquíferos pode variar muito, como já foi comentado. A seguir iremos acrescentar os volumes de transpiração potencial que foram calculados com base na água física para contrapor aos volumes consumidos de água subterrânea na amostragem de Holambra.

Tabela 18 – Transpiração x Água Subterrânea – Holambra (2016)

Floricultura de Estufa	Produção (ton / ano)	% Acum.	Água subter. (ton / ano)	Umidade %	Umidade (ton / ano)	Fotossíntese (ton / ano)	Água Física (ton / ano)	Transpiração (ton / ano)	% As/TP
CRISÂNTEMO	3.096,7	31,2%	137.157	72,7%	2.251,8	507,0	2.758,73	273.114	50,2%
TOMATE	1.077,6	42,0%	17.485	95,1%	1.024,8	31,7	1.056,48	104.591	16,7%
VIOLETA	938,1	51,4%	38.050	65,7%	616,6	192,9	809,50	80.141	47,5%
ERVAS AROMÁTICAS E SUCULENTAS	757,1	59,1%	1.643	68,7%	520,0	142,3	662,23	65.561	2,5%
PIMENTA	546,2	64,6%	159	57,3%	313,2	139,8	452,98	44.845	0,4%
MUDAS DE HORTALIÇAS	500,0	69,6%	9.125	67,0%	335,0	99,0	434,00	42.966	21,2%
CYCLAMEM	483,8	74,5%	17.547	66,8%	323,4	96,3	419,63	41.544	42,2%
AZALEIA	360,4	78,1%	99.592	67,3%	242,6	70,7	313,27	31.014	321,1%
ANTHURIO VASO	200,1	80,1%	6.907	63,3%	126,6	44,1	170,71	16.900	40,9%
OUTROS (% Acum. = diferença)	1.978,4	19,9%	183.766	67,0%	1.349,6	377,3	1.726,85	170.958	107,5%
TOTAL	9.938,4	100%	511.429		7.103,4	1.701,0	8.804,39	871.635	58,7%

Fonte: dados primários da pesquisa. Elaborado pelo autor.

Como podemos observar, os volumes totais de água subterrânea de 511 mil toneladas e de transpiração potencial 872 mil toneladas são relativamente próximos e estão na mesma ordem de grandeza (de 100 mil a 1 milhão). Por este motivo julgamos que existem grandes chances de existir uma relação direta entre a produção agrícola e o esvaziamento de poços que vêm ocorrendo no município de Holambra. Também mostramos um índice percentual de água subterrânea por

transpiração potencial, que indica a intensidade desta relação, que no total se mostrou sendo de 58,7%. É importante salientarmos que se trata de produção em estufa, e por este motivo a necessidade de água para manutenção do equilíbrio hídrico da planta (RAVEN, 1996, pg.577) pode ser significativamente menor, ou seja, em áreas de campo aberto esta relação tende a ser muito maior, o que significaria um consumo de água subterrânea por produção “transpirada” superior.

Desta forma, entendemos que há a necessidade de se pesquisar, com mais detalhe e precisão, os volumes consumidos de água subterrânea em áreas de produção agrícola brasileira que se utilizam de poços para a irrigação, com o objetivo primordial de se evitar a possibilidade de esvaziamento dos aquíferos da região.

Em resumo, as considerações deste capítulo nos mostram que, a partir de um estudo de caso no município de Holambra/SP, foi possível aplicar o modelo proposto de balanço hídrico Unesp/Fehidro. Este modelo se mostrou insuficiente para explicar a exaustão dos poços artesianos das propriedades agrícolas, pois o volume de água subterrânea medido a partir das entrevistas se mostrou muito superior (mais de 50 vezes maior, ou cerca de duas ordens de grandeza acima) ao volume medido de consumo consuntivo ou água física. O que explicou esta diferença foi o volume de transpiração dos vegetais durante o desenvolvimento natural da produção agrícola, que, de acordo com referências e estimativas, se mostra dentro da mesma ordem de grandeza do volume de uso de água dos poços. Esta relação pode, então, ser expressa por um índice, que estamos propondo de água subterrânea por transpiração potencial ($\%As/TP$), que está, no caso analisado de Holambra, em aproximadamente 58%. Este índice é a resposta para o questionamento central e norteador deste trabalho.

Considerações Finais

Considerações Finais

É necessário salientar, em primeira análise, a relação obtida entre incorporação física de água na produção agrícola versus a retirada de água subterrânea do aquífero na região. Ao calcularmos os valores de água física da floricultura de estufa em Holambra, o número se mostrou inexpressivo, de menos de 2%. Ao adicionarmos os valores de transpiração potencial das plantas da cultura florícola este valor se mostra, ao contrário do anterior, totalmente relevante, maior que o próprio volume informado de consumo de água subterrânea e dentro da mesma ordem de grandeza. A princípio podemos dizer que uma relação direta entre estes volumes foi estabelecida. Este parâmetro é importante, pois nos mostra que uma combinação dos conceitos de pegada hídrica verde com o conceito de água física pode ajudar a responder perguntas relativas ao consumo de água na agricultura. Consideramos este como o principal objetivo atingido do trabalho e, também, uma contribuição para os avanços das pesquisas relacionadas à pegada hídrica.

Ao avaliarmos os volumes levantados com dados do DAEE de uso de água subterrânea no estado de SP com a produção agrícola paulista do IEA, nos deparamos com um resultado diferente, que mostra a relevância da água física na proporção de quase 1:1 neste estado, no período médio de 10 anos (2000 a 2009). Para avaliar este número seria necessário um estudo muito mais aprofundado, mas sabemos que a cana de açúcar, principal produto paulista com quase 90% do total em toneladas não se utiliza das águas subterrâneas para irrigação. Se utiliza, sim, em um outro processo, de fertirrigação, para a fertilização das lavouras, mas este número não foi levantado neste estudo.

Também, é necessário levar em conta que dentro de uma área de estudo muito maior, que seria todo o estado de SP, e num período médio de uma década, a água retirada de aquífero na agricultura poderia estar servindo apenas para suprir o déficit deixado pela saída real de água física incorporada à cana. Mas estudos mais aprofundados seriam necessários para podermos fazer esta afirmação de maneira embasada. A proporção de 280,3 milhões de toneladas de cana, que resultaria em água física de 246,7 milhões de toneladas de água incorporadas para um uso de água subterrânea outorgado de 70 milhões, mas que pode chegar a quatro vezes mais do que isso, trata-se apenas de uma evidência a ser investigada em pesquisas futuras.

Há, entre outras coisas, a preocupação da saída de água de uma bacia para fora dela a partir da retirada de mananciais profundos, que a priori deveriam ser considerados recursos estratégicos de soberania alimentar (e nacional). Portanto, a relação apresentada de percentual de água subterrânea por transpiração potencial poderia ser transformada em um índice que demonstraria a relevância dos aquíferos na produção agrícola estudada em particular. Serviria também para demonstrar um certo patamar de risco a que o país se expõe ao investir tanto na exportação de commodities, tendo como base, em boa parte dos casos (em especial na soja e na laranja), o uso de águas profundas.

Na hipótese, de uma determinada área de estudo, apresentar este índice de uso de água subterrânea por transpiração potencial ($\%As/TP$) com valores baixos, ou seja, pouca relevância, significaria, a princípio, que o risco de esgotamento de aquíferos seria relativamente baixo. Desta maneira, municípios que sofrem de escassez hídrica por conta de rebaixamento de aquíferos estariam passando por uma situação natural (ou por outras causas) não diretamente ligada

à superexploração das águas subterrâneas pela produção agrícola, sendo assim remediável através de melhorias no processo produtivo, tomando como base produtores que melhor aproveitam as fontes alternativas ou reciclam a água, ou até mesmo de taxaço do recurso para minimizar a exploração (porém, que necessitaria de reflexão ligada à possibilidade de precificação da água).

Na outra ponta, caso o índice se mostre alto, ou seja, apontando para um percentual relevante de água subterrânea incorporada, como foi o caso da floricultura de Holambra de 58,7%, faz-se necessário, que se desenvolvam medidas mais específicas para o controle do uso de água subterrânea, como construção de reservatórios pluviais, reuso da água, irrigação por gotejamento, e, dependendo do caso, políticas públicas para o pagamento por benefícios ambientais, com o objetivo de se investir em pesquisas para otimização do recurso hídrico.

Caso outros estudos venham a confirmar um alto índice de incorporação de água subterrânea à produção agrícola por todo o país, será necessário se repensar a forma como o abastecimento hídrico no nosso atual modelo econômico se estabelece. Isso porque estaríamos indicando para um risco de esgotamento dos aquíferos relativamente alto devido ao uso intensivo e indiscriminado dos aquíferos, tendo como principais beneficiários grandes grupos empresariais que visam lucro, à custa de um passivo ambiental de valor inestimável como os mananciais hídricos que, como foi mostrado, têm uma taxa de recarga que pode chegar a milênios nos casos de aquíferos mais profundos, como o Guarani, por exemplo. Seria proposto, nesta hipótese, um plano de restrição hídrica, no lugar da cobrança, como vem sendo aplicado e defendido

pelas Agências PCJ, que leva, inclusive, à abertura de um precedente, com potencial para gerar prerrogativas para a precificação da água.

A possibilidade de cobrança se manifesta objetivamente como uma forma de monetarização do direito, transformando-o em mercadoria, o que poderia levar, como última consequência, à restrição de um direito vital, à uma lógica de mercado. Teriam acesso pleno à água, apenas pessoas físicas ou jurídicas com capacidade financeira para tal, o que julgamos abominável. Mesmo porque, na hipótese última de contaminação em larga escala e de esgotamento de aquíferos, cenário triste, mas não impossível, e que demonstra avanços históricos, os mananciais hídricos remanescentes passariam a ter valor inalcançável para a maior e menos favorecida parcela da população.

Desta forma, com relação às perspectivas de tributação, que podem gerar precificação e mercantilização ou commoditização da água, acreditamos que ela precisa ser superada pela noção de direito à água, garantido como um direito humano, como apresentado na Declaração de Dublin de 1992.

É importante salientar também que o número de casos de conflitos por água no Brasil tem mostrado um avanço lento, porém contínuo, o que requer das autoridades e órgãos competentes, como as agências de bacia, um maior cuidado com relação à garantia ao direito de acesso ao recurso, no lugar da preocupação com a cobrança, como comentado.

Com isso, estas considerações teóricas apontam não apenas à superação da perspectiva de mercado e contínua atuação do estado nos processos territoriais, mas também para ações da própria sociedade civil e suas demandas centrais que fazem emergir novas geopolíticas.

REFERÊNCIAS:

AB'SABER, A.N. Potencialidades paisagísticas brasileiras. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1977. (Série Geomorfologia, 55).

ABIN – Agência Brasileira de Inteligência. Programa Nacional de Proteção ao Conhecimento Sensível (PNPC), Brasília, 2015. Acesso em 29/06/2016:
http://www.abin.gov.br/conteudo/uploads/2015/05/pnpc_box.jpg

AGÊNCIA PCJ. Cobrança pelo Uso da Água. Agência das Bacias PCJ, 2015. Acesso em 02/09/2015:
<http://www.agenciapcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/cobranca-pelo-uso-da-agua>

ÁGUA: VALOR BIOLÓGICO DEVE SER MAIOR QUE O ECONÔMICO. Carta Maior (Revista de publicação nacional). 24 de Novembro de 2005. Acesso em 10/04/2015:
<http://www.cartamaior.com.br/?/Editoria/Meio-Ambiente/agua-valor-biologico-deve-ser-maior-que-o-economico/3/3765>

AGRIBANUAL. Relatório Anual de Agricultura. São Paulo: FNP. 2011.

ALLAN, J. A. Virtual water: A strategic resource, global solutions to regional deficits. *Groundwater*, 36, 545–546, 1998.

ALMEIDA, C.O.; VILAR, L.C.; SOUZA, L.F.S.; REINHARDT, D.H.; MACEDO, C.M. Peso médio do abacaxi no Brasil: Um tema em discussão. *Revista Bahia Agrícola*, v.6, n.3, 2004.

BATISTA JÚNIOR, P. N. Mitos da “globalização”. *Estudos Avançados*, vol.12 no. 32 São Paulo Jan./Apr. 1998

BELENTANI, N.F. A Territorialização do Setor Sucroenergético, Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2015.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. *Bioquímica*. 7ª ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

BOMBARDI, L.M. Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro. In: Tatiana Merlino; Maria Luisa Mendonça. (Org.). *Direitos Humanos no Brasil - 2012*. 1ª ed. São Paulo, Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2012, v. 1, p. 75-86.

CAMPOS, H. C. N. S. Caracterização e cartografia das províncias hidrogeoquímicas do Estado de São Paulo. 1993. 177 f. 1993. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARVALHO, P.E.R. Pinheiro do Paraná: Taxonomia. Circular Técnica Emprapa, n.60, Colombo, 2002

CETESB. Relação de áreas contaminadas e reabilitadas do Estado de São Paulo. Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental, São Paulo, Dezembro de 2014. Acesso em 05/09/2015:

<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/relacao-de-areas-contaminadas/>

CHAPAGAIN, A.K., HOEKSTRA, A.Y. The global component of freshwater demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products, *Water International*, 2008, 33(1): 19–32.

CHAPAGAIN, A.K., TICKNER, D. Pegada Hídrica: Evolução do conceito e sua utilidade na prática. In: Empinotti, V., Jacobi, P.R. Pegada Hídrica: inovação, corresponsabilização e desafios de sua aplicação. Annablume, São Paulo, 2012.

CHOW, V.T. Handbook of applied hydrology. McGraw-Hill, New York, 1959.

CITRUS BR, Estatísticas de Exportação. Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos, 2015. Acesso em 28/05/2015:

<http://www.citrusbr.com/mercadoexterno/?me=01>

COGGIOLA, Osvaldo Luis Angel. “Da Revolução Industrial ao Movimento Operário – As Origens do Mundo Contemporâneo”. Grupo de Pesquisa História e Economia Mundial Contemporâneas, Março/2007.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Pesquisa de Safras e Informações Geográficas da Agricultura Brasileira, 2015. Acesso em 01/09/2015:

<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1534&t=2>

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: MMA, 2012. 1126p.

CORREIA, P.P. Manual de geopolítica e geoestratégia. 2 v. 1º v.: Conceitos, Teorias, Doutrinas. Ed. CES/Almedina, Coimbra, 2010.

CPT – COMISSÃO PASTORAL DA TERRA. Conflitos no Campo – Brasil 2014 (Coordenação: Antônio Canuto, Cássia Regina da Silva Luz, Edmundo Rodrigues Costa). Goiânia, CPT Nacional, Abril de 2015. 214p. Acesso em 29/08/2015:

<http://www.cptnacional.org.br/index.php/component/jdownloads/finish/43-conflitos-no-campo-brasil-publicacao/2392-conflitos-no-campo-brasil-2014?Itemid=23>

DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, Governo do Estado de São Paulo, Portal de Acesso. Acesso em 15/10/2013: <http://www.dae.sp.gov.br>

DAEE/IGC - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO - IGC. Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - UGRHI. São Paulo: DAEE/IGC, 2003.

DIONET-GRIVET, S. Géopolitique de l'eau, 2^a ed. Ellipses Éd., Paris, 2014. 290 ps.

EMBRAPA. Soja em Números. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015. Acesso em 01/09/2015:

<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>

EMBRAPA. Técnicas de Colheita, Processamento e Armazenamento do Algodão. Circular Técnica, 87 (ISSN 0100-6460), Campina Grande, Agosto 2005. 14 págs.

FEAM. Relatório de avaliação das declarações de carga poluidora: ano base 2012. Belo Horizonte, FEAM, 2014.

FEAM. Gestão de Áreas Contaminadas, 2015. Fundação Estadual do Meio Ambiente (MG), Portal Meio Ambiente MG. Acesso em 05/09/2015:

<http://www.feam.br/declaracoes-ambientais/gestao-de-areas-contaminadas>

FERREIRA, F.F. PEGADA HÍDRICA DA GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRELÉTRICA NO BRASIL – UM ESTUDO DE CASO DA AES TIETÊ S.A. Monografia, UFRJ, 2014. Acesso em 05/08/2015:

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009489.pdf>

FREDERICO, S. Imperativo das Exportações e Especialização Agrícola do Território Brasileiro: Das Regiões Competitivas à Necessidade de Regiões Cooperativas. Revista Geografia, v.37, p.5-18, Rio Claro, 2012.

GASTMANS, D.; CHANG, H.K.; AGGARWAL, P.; ARAGUAS, L.; MATSUMOTO, T.; STURCHIO, N. Evaluation of Groundwater Ages and Isotopic Composition along Defined Flow Path in the Northeastern Sector of Guarani Aquifer System (GAS) - Brazil. Central European Geology (Print), v. 56, p. 58-59, 2013.

HIGA, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *P. elliottii* VAR. *elliottii* E *P. taeda*. IPEF n.7, p.79-91, 1973.

HOBBSAWM, Eric J. Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 5^a ed., 2003.

HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M.; MEKONNEN, M.M. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global, Water Footprint Network, 2011. Acesso em 12/07/2016:

<http://waterfootprint.org/en/resources/publications/>

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. UNESCO-IHE, 2002.

HOEKSTRA, A.Y.; MEKONNEN, M.M. National Water Footprint Accounts: The Green, Blue and Grey Water Footprint of Production and Consumption. Value of

Water Research Report Series No. 50. UNESCO-IHE, Volume 1: Main Report, 2011.

HOLAMBRATUR. História de Holambra. Acesso em 25/06/2016

http://www.holambra.tur.br/Mostra_Historia.asp

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Órgãos Estaduais de Meio Ambiente. Portal IBAMA MMA, Brasília, 2015. Acesso em 18/08/2015:

<http://www.ibama.gov.br/prevfogo/orgaos-estaduais-de-meio-ambiente>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sidra Banco de Dados, 2016. Acesso em 25/07/2016:

<http://www.sidra.ibge.gov.br>

IEA. Banco de Dados. Instituto de Economia Agrícola, 2013. Acesso em 18/12/2013:

<http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html>

IFSC – Instituto de Física de São Carlos. Introdução à Biologia Vegetal, USP, São Carlos, 2001. Acesso em 05/05/2016:

<http://biologia.ifsc.usp.br/bio3/outros/03-Fisiologia.pdf>

IORIS, A.A.R. Na Contracorrente dos Recursos Hídricos. Água e Ambiente no Brasil Contemporâneo. Edimburgo, 2013.

KAHIL, S.P. Unidade e Diversidade do Mundo Contemporâneo – Holambra: A Existência do Mundo no Lugar. Tese de Doutorado. São Paulo: FFLCH - USP, 1997.

LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos, RiMa, 2000.

LATOURET, B. Jamais fomos modernos: ensaio de Antropologia simétrica. (Trad. Carlos Irineu da Costa) Rio de Janeiro: Ed.34, 1994 [1991].

LOPES, A.P. TERRITÓRIO USADO E RECURSOS HÍDRICOS: O uso da água na produção de flores e plantas ornamentais em Holambra-SP. Dissertação de Mestrado, IGCE/Unesp, Rio Claro, 2015.

MENDONÇA, M.L.R.F. Modelo Capitalista de Produção e Agricultura: A construção do conceito de Agronegócio. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2013.

MERRIAM-WEBSTER DICTIONARY. Merriam-Webster Incorporated, 2016. Acesso em 12/07/2016: www.merriam-webster.com/dictionary/exploit

NASS, D. P. O Conceito de Poluição. Revista Eletrônica de Ciências, nº 13, USP, Nov. 2002. Acesso em 28/07/2015:

http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html

NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. TACO Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, p. 38, 2011.

PEREIRA JÚNIOR, J. S. Recursos Hídricos – Conceituação, Disponibilidade e Usos. Consultoria Legislativa. Brasília – DF, 2004. Acesso em 30/03/2015:
<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/1625>

PERES, R.T. Consumo e Incorporação de Água na Produção de Commodities Brasileiras. Monografia. Rio Claro, UNESP, 2012.

PERES, R.T.; SOUZA, J.G. Balanço Hídrico e Consumo Consuntivo de Água: Aspectos Metodológicos. (Apresentação de Painel). Anais do XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, ABAS, Bonito, 2012.

PERES, R.T.; SOUZA, J.G. Water Incorporated in Agricultural Production: Water Balance Considerations. In: IORIS, A.A.R. (org.) Agriculture, Environment and Development: International Perspectives on Water, Land and Politics. Palgrave Macmillan, Switzerland, 2016.

PREFEITURA DE HOLAMBRA, site oficial do município. Acesso em 23/06/2016:
<http://www.holambra.sp.gov.br>

PRESIDENTE DA NESTLÉ DIZ QUE ÁGUA NÃO É UM DIREITO HUMANO E DEVE SER PRIVATIZADA. Portal Metrôpole. 06 de janeiro de 2015. Acesso em 17/04/2015:
<http://www.portalmetropole.com/2015/01/presidente-da-nestle-diz-que-agua-nao-e.html#ixzz3XfmsbxR8>

QUEIROZ, F.A. Hidropolítica e Segurança: As Bacias Platina e Amazônica em Perspectiva Comparada. Tese de Doutorado, UnB, Brasília/DF, 2011.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. Guanabara Koogan, 5ª ed., Rio de Janeiro, 1996.

RAW, I. A biologia e o homem. São Paulo, Ed. USP, 2001.

REBOUÇAS, A.C.; Braga, B.; Tundisi, J.G. (orgs.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. Escrituras, 2002.

REIS, S.R.G. Condições e Modos de Vida do Operariado Inglês da Primeira Revolução Industrial (1780-1840). Trabalho acadêmico em Bacharelado em Relações Internacionais. Acesso em 20/08/2015:
<https://chacombolachas.wordpress.com/2008/09/11/condicoes-e-modos-de-vida-do-operariado-ingles-da-primeira-revolucao-industrial-1780-1840/#sdfootnote57anc>

REZENDE, M.A.; SAGLIETTI, J.R.C.; GUERRINI, I.A. Estudo das Interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. IPEF n.48/49, p.133-141, jan./dez.1995.

RIBEIRO, W.C. Geografia política da água. Annablume, São Paulo, 2008.

ROCHA, G. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo: escala 1: 1.000. 000: nota explicativa. IG-Instituto Geológico: IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2005.

RODRIGUES, C.D. Características e Composição Tecnológica da Cana de Açúcar. Vídeo aula. UEMS, Dourados, 2015. Acesso em 01/06/2016:
<http://pt.slideshare.net/jaojaojaojao/caracteristicas-dacanameacucar>

SABESP – Dessalinização. Acesso em 20/07/2015:
<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=100>

SENTELHAS, P.C.; ANGELOCCI, L.R. Balanço Hídrico Climatológico Normal e Sequencial, de Cultura e para Manejo da Irrigação. Aula 9 – Meteorologia Agrícola, ESALQ/USP, Piracicaba, 2009.

SILVA, A.S.; SOUZA, J.G.; LEAL, A.C. A sustentabilidade e suas dimensões como fundamentos da qualidade de vida. Geografia em Atos (Online), v. 1, p. 22-42, 2012.

SOUZA JUNIOR, W.C.; VIEIRA, B.C. A Pegada Hídrica como indicador: concepções e crítica metodológica. In: EMPINOTTI, V; JACOBI, P.R. (orgs.) Pegada Hídrica: Inovação, corresponsabilização e os desafios de sua aplicação. São Paulo: Annablume, PROCAM-USP, IEE-USP; Brasília: CNPq, 2012.

SOUZA, J.G. Questões de Método: a homogeneização do território rural paulista. Trabalho para obtenção do título de Livre Docência, Universidade Estadual Paulista. Ano de obtenção: 2008.

SOUZA, J.G.; BORGES, A.C.G.; TEIXEIRA NETO, J. Commoditização da economia brasileira e a exportação física de água: análise das exportações de soja. In: Waterlat 2010 - Conferência Internacional, 2010, São Paulo - SP.

SOUZA, J.G.; LOPES, A.P.; PERES, R.T.; VELOSO, V.Q. Modelo de avaliação de balanço hídrico na bacia do rio Jaguari, município de Holambra/SP. Rio Claro: IGCE/UNESP/FEHIDRO, 2011, 20 ps.

SOUZA, J.G.; PERES, R.T. Commodities e água: fundamentos ambientais da questão agrária. In: XVII Encontro Nacional de Geógrafos - XVII ENG, 2012, Belo Horizonte-MG. Anais do XVII Encontro Nacional de Geógrafos - XVII ENG. Belo Horizonte-MG: AGB- Nacional, 2012. v. 1. p. 1-1.

SOUZA, J.G. A Questão Indígena: Acumulação por Espoliação e Monopolização do Território (A economia política do agronegócio). Prim@ Facie, v. 12, p. 01-42, 2014.

SOUZA, J.G. COMMODITIES E ÁGUA ELEMENTOS DE UMA NOVA GEOPOLÍTICA: a exportação virtual e física e seus efeitos sobre os regimes hidroclimáticos no estado de São Paulo. Rio Claro: UNESP/IGCE-FAPESP, 2015. 235p. (Relatório de Pesquisa).

SOUZA, J.L.M. Propriedades Físicas da Água (Unidade 2), Revisão Bibliográfica de Doutorado, ESALQ/USP, 1998.

SWYNGEDOUW, E. Scaled Geographies: Nature, Place, and the Politics of Scale. In: SHEPPARD, E.; McMASTER, R.B. Scale and Geographic Inquiry: Nature, Society, and Method. Oxford and Cambridge, Mass; Blackwell Publishing, 2004. (p.129-153)

THOMAZ JÚNIOR, A. O AGROHIDRONEGÓCIO NO CENTRO DAS DISPUTAS TERRITORIAIS E DE CLASSE NO BRASIL DO SÉCULO XXI. Campo-Território: revista de geografia agrária, v.5, n.10, Uberlândia, EdUFU, Agosto de 2010. (p.92-122)

THORNTON, C. W. & MATHER, J. R. The water balance. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955. 104p.

TV CULTURA “Matéria de Capa – As Guerras da Água”. Documentário publicado em 24/10/2012. Acesso em 27/08/2015:
<https://www.youtube.com/watch?v=xQ8-8pj4WkY>

TUCCI, C.E.M. (org.) Hidrologia: ciência e aplicação. UFRGS Editora, 4ª ed., Porto Alegre, 2013.

UFSC. Planetário. Florianópolis, 1999. Acesso em 19/07/2015:
<http://planetario.ufsc.br/dados-sobre-o-planeta/>

UNESP CIÊNCIA (revista de divulgação científica) Divisor de Águas. Ed. Unesp, São Paulo, 2013, n.45. (p. 18 – 25).

VESENTINI, J. W. Novas geopolíticas. São Paulo: Contexto, 2000.

VITTI, G.S., SOUZA, J.G. Reprimarização da economia e especialização regional produtiva: análise do EDR de Pindamonhangaba (SP). Belo Horizonte: AGB, Anais XVII Encontro Nacional de Geógrafos-XVII ENG, 2012.

WATERLAT - GOBACIT Network Working Papers. Research Projects Series SPIPRW – PRINWASS Project, Newcastle, Dezembro, 2014, Vol. 1 No 4.

WFN – Water Footprint Network. <http://waterfootprint.org>, 2016.

WFN – Water Footprint Network. Value of Water Research Report Series of UNESCO-IHE, UNESCO-IHE, Delft, 2016. Acesso em 08/09/2016:
<http://waterfootprint.org/en/resources/publications/value-water-research-report-series-unesco-ihe/>

Apêndice 01

Apêndice 01 - Produção da Agricultura Brasileira em 25 anos

Produção em mil toneladas	Total 1990 a 2014	%	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1.3 - Castanha-do-pará	809	0,0%	51	36	25	27	39	40	21	23	23	27	33	28	27	25	27
Figo	659	0,0%	37	35	37	30	23	24	19	21	24	25	26	26	24	26	27
Chá-da-índia (folha verde)	633	0,0%	42	45	26	46	42	37	27	26	25	30	36	36	37	24	23
Pera	504	0,0%	21	21	21	21	24	24	20	20	21	21	22	22	20	20	20
4.2 - Carnaúba (pó)	368	0,0%	12	12	13	12	12	12	8	8	8	11	12	12	15	17	18
1.6 - Palmito	362	0,0%	27	24	21	22	22	21	18	36	24	19	17	16	15	14	12
Fava (em grão)	361	0,0%	22	30	22	10	16	19	22	20	5	7	16	8	10	13	14
Malva (fibra)	295	0,0%	19	12	19	17	16	10	4	4	8	7	6	6	9	9	10
Urucum (semente)	279	0,0%	6	7	10	9	9	9	9	10	10	12	11	11	12	14	13
1.9 - Umbu (fruto)	273	0,0%	20	19	19	14	12	11	11	12	11	10	10	10	10	9	9
3.2 - Hevea (látex coagulado)	184	0,0%	23	20	18	18	15	14	7	6	5	5	5	4	4	4	4
Linho (semente)	177	0,0%	3	6	5	2	2	3	3	3	3	6	4	4	3	6	10
8.4 - Licuri (coquilho)	151	0,0%	11	12	11	8	8	7	6	6	5	5	5	5	5	5	5
1.8 - Pinhão	139	0,0%	3	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5
1.2 - Castanha-de-caju	138	0,0%	9	9	10	7	7	6	5	5	5	6	6	6	6	5	6
Centeio (em grão)	137	0,0%	5	6	7	5	4	3	7	7	8	9	7	8	5	4	4
Ervilha (em grão)	120	0,0%	16	5	3	2	1	1	3	3	4	3	4	4	8	6	11
8.6 - Pequi (amêndoa)	92	0,0%	2	2	2	2	2	2	3	4	3	3	4	3	4	5	5
4.1 - Carnaúba (cera)	87	0,0%	7	7	7	5	5	5	3	2	2	2	2	3	3	3	4
Guaraná (semente)	84	0,0%	2	2	2	2	3	2	3	3	4	5	4	4	4	4	4
Noz (fruto seco)	80	0,0%	3	4	3	4	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2
Rami (fibra)	65	0,0%	10	8	7	7	4	3	5	4	2	1	1	1	1	1	1
Marmelo	64	0,0%	8	8	8	8	7	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juta (fibra)	54	0,0%	4	3	3	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
5.2 - Carnaúba	49	0,0%	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
2.4 - Outros aromáticos etc	46	0,0%	1	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	5	2	2	3
8.5 - Oiticica (semente)	36	0,0%	2	3	7	1	1	14	1	1	0	0	1	0	0	1	0
8.7 - Tucum (amêndoa)	35	0,0%	5	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.2 - Jaborandi (folha)	23	0,0%	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	0
1.5 - Mangaba (fruto)	21	0,0%	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.7 - Pequi (fruto)	19	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tungue (fruto seco)	19	0,0%	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
1.10 - Outros alimentícios	16	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.1 - Burity	13	0,0%	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3 - Hevea (látex líquido)	11	0,0%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
5.4 - Outras fibras	11	0,0%	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10.1 - Angico (casca)	10	0,0%	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.8 - Outros oleaginosos	9	0,0%	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.2 - Copaíba (óleo)	8	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 - Urucum (semente)	5	0,0%	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.2 - Barbatimão (casca)	4	0,0%	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.3 - Sorva	2	0,0%	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.3 - Cumaru (amêndoa)	2	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azeitona	1	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
6.2 - Maçaranduba	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.3 - Outros tanantes	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.1 - Balata	0	0,0%	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1 - Ipecacuanha ou poaia (raiz)	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
3.1 - Caucho	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.3 - Outras ceras	-	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Geral	17.846.338		484.171	464.797	487.756	465.661	525.527	541.500	533.756	539.338	554.746	552.910	551.762	580.165	611.063	669.727	683.349

Apêndice 01 - Produção da Agricultura Brasileira em 25 anos

Produção em mil toneladas	Total 1990 a 2014	%	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Cana-de-açúcar	11.273.986	63,2%	422.957	477.411	549.707	645.300	691.606	717.464	734.006	721.077	768.090	737.156
Silvicultura e Madeira	1.978.727	11,1%	75.049	74.966	77.688	75.785	76.428	79.801	85.348	89.103	86.464	84.851
Soja (em grão)	1.110.003	6,2%	51.182	52.465	57.857	59.833	57.345	68.756	74.815	65.849	81.724	86.761
Milho (em grão)	1.080.858	6,1%	35.113	42.662	52.112	58.933	50.720	55.364	55.660	71.073	80.273	79.878
Mandioca	583.435	3,3%	25.872	26.639	26.541	26.703	24.404	24.967	25.350	23.045	21.484	23.242
Laranja	428.574	2,4%	17.853	18.032	18.685	18.538	17.618	18.503	19.811	18.013	17.550	16.928
Arroz (em casca)	271.309	1,5%	13.193	11.527	11.061	12.061	12.651	11.236	13.477	11.550	11.783	12.176
Banana (cacho)	161.703	0,9%	6.703	6.956	7.098	6.998	6.783	6.969	7.329	6.902	6.893	6.947
Trigo (em grão)	95.938	0,5%	4.659	2.485	4.114	6.027	5.056	6.171	5.690	4.418	5.738	6.262
Tomate	82.252	0,5%	3.453	3.363	3.431	3.868	4.310	4.107	4.417	3.874	4.188	4.303
Batata-inglesa	75.365	0,4%	3.130	3.152	3.551	3.677	3.444	3.548	3.917	3.732	3.554	3.690
Feijão (em grão)	73.901	0,4%	3.022	3.458	3.169	3.461	3.487	3.159	3.435	2.795	2.893	3.295
Café (em grão) Total	68.552	0,4%	2.140	2.573	2.249	2.797	2.440	2.907	2.701	3.038	2.965	2.804
Algodão (perm. + temp.)	65.208	0,4%	3.668	2.899	4.111	3.983	2.898	2.950	5.071	4.969	3.417	4.237
Melancia	39.805	0,2%	1.637	1.947	2.093	1.995	2.065	2.053	2.199	2.080	2.164	2.171
Coco-da-baía	37.831	0,2%	2.079	1.985	1.887	2.149	1.973	1.896	1.962	1.954	1.927	1.946
Mamão	35.535	0,2%	1.574	1.898	1.812	1.890	1.793	1.872	1.854	1.518	1.583	1.603
Abacaxi	32.811	0,2%	1.528	1.707	1.784	1.712	1.471	1.470	1.577	1.698	1.656	1.763
Cebola	29.677	0,2%	1.138	1.346	1.360	1.367	1.512	1.753	1.523	1.519	1.539	1.646
Sorgo (em grão)	28.463	0,2%	1.523	1.605	1.441	2.004	1.854	1.532	1.931	2.017	2.126	2.279
Uva	27.463	0,2%	1.233	1.257	1.372	1.421	1.365	1.355	1.495	1.515	1.440	1.454
Tangerina	25.970	0,1%	1.233	1.270	1.206	1.080	1.094	1.122	1.005	960	938	965
Limão	23.584	0,1%	1.031	1.031	1.019	965	900	1.021	1.127	1.208	1.169	1.102
Dendê (cacho de coco)	22.495	0,1%	904	1.207	1.074	1.091	1.122	1.293	1.301	1.241	1.247	1.394
Manga	22.328	0,1%	1.002	1.217	1.272	1.155	1.198	1.190	1.249	1.176	1.163	1.132
Maçã	20.188	0,1%	851	863	1.115	1.124	1.223	1.279	1.339	1.340	1.231	1.379
Fumo (em folha)	17.347	0,1%	889	900	909	851	863	788	952	811	851	862
Maracujá	14.977	0,1%	480	615	664	684	714	922	923	776	838	823
Batata-doce	13.212	0,1%	514	519	530	548	477	495	545	479	505	526
Erva-mate (folha verde)	9.838	0,1%	430	434	438	435	443	430	444	513	515	602
Melão	8.280	0,0%	353	500	495	340	403	478	499	575	566	590
Aveia (em grão)	7.910	0,0%	522	406	238	239	253	395	373	431	520	432
Goiaba	6.914	0,0%	346	328	316	312	297	324	343	345	350	359
Cacau (em amêndoa)	6.228	0,0%	209	212	202	202	218	235	249	253	256	274
Cevada (em grão)	5.990	0,0%	326	203	236	237	201	279	304	265	331	252
Amendoim (em casca)	5.707	0,0%	315	250	263	313	256	261	311	334	390	403
1.4 - Erva-mate	5.476	0,0%	239	233	226	220	218	227	230	253	300	333
Pêssego	4.807	0,0%	235	200	186	239	216	222	222	233	218	211
Sisal ou agave (fibra)	4.636	0,0%	207	248	245	246	280	247	284	89	151	138
Abacate	4.125	0,0%	169	164	154	147	139	153	160	160	157	157
Borracha (látex coagulado)	3.832	0,0%	173	176	186	202	212	223	274	295	310	321
Castanha de caju	3.738	0,0%	153	244	141	243	221	104	231	81	110	108
Caqui	3.486	0,0%	165	168	160	173	172	167	155	158	173	182
1.1 - Açai (fruto)	3.215	0,0%	105	101	108	121	116	124	215	199	202	198
8.1 - Babaçu (amêndoa)	2.993	0,0%	119	117	115	111	109	106	102	98	90	84
Alho	2.215	0,0%	86	88	99	92	87	104	143	107	102	94
Mamona (baga)	2.076	0,0%	169	95	98	122	91	95	120	26	13	38
5.3 - Piaçava	1.979	0,0%	87	81	82	78	72	64	61	58	45	46
Triticale (em grão)	1.393	0,0%	278	209	184	185	122	124	90	86	63	52
Pimenta-do-reino	1.289	0,0%	79	80	78	70	65	52	45	43	42	42
Palmito	1.206	0,0%	44	73	61	84	71	117	103	194	106	146
Girassol (em grão)	1.058	0,0%	61	87	105	148	101	87	78	124	109	159

Apêndice 01 - Produção da Agricultura Brasileira em 25 anos

Produção em mil toneladas	Total 1990 a 2014	%	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1.3 - Castanha-do-pará	809	0,0%	31	29	30	31	37	40	42	39	38	37
Figo	659	0,0%	24	26	23	23	24	26	26	28	28	28
Chá-da-índia (folha verde)	633	0,0%	19	17	5	20	20	18	15	6	3	6
Pera	504	0,0%	20	18	17	17	15	16	21	22	22	19
4.2 - Carnaúba (pó)	368	0,0%	19	19	19	18	18	19	19	18	18	19
1.6 - Palmito	362	0,0%	8	7	6	6	5	5	6	5	5	5
Fava (em grão)	361	0,0%	13	15	16	20	21	7	17	5	8	8
Malva (fibra)	295	0,0%	20	20	19	13	14	13	16	8	10	8
Urucum (semente)	279	0,0%	14	11	14	13	12	13	13	12	12	13
1.9 - Umbu (fruto)	273	0,0%	9	9	9	9	9	10	9	8	8	7
3.2 - Hevea (látex coagulado)	184	0,0%	5	4	4	4	3	3	3	2	2	1
Linho (semente)	177	0,0%	16	13	15	11	10	16	11	7	10	5
8.4 - Licuri (coquilho)	151	0,0%	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
1.8 - Pinhão	139	0,0%	5	5	5	5	5	6	8	10	8	9
1.2 - Castanha-de-caju	138	0,0%	6	6	5	4	4	4	3	3	3	2
Centeio (em grão)	137	0,0%	6	2	5	6	4	3	4	8	6	4
Ervilha (em grão)	120	0,0%	6	4	4	5	7	6	4	4	3	4
8.6 - Pequi (amêndoa)	92	0,0%	5	5	5	6	6	6	7	1	2	1
4.1 - Carnaúba (cera)	87	0,0%	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Guaraná (semente)	84	0,0%	3	3	3	3	5	4	4	4	4	4
Noz (fruto seco)	80	0,0%	2	2	2	2	5	5	6	6	5	5
Rami (fibra)	65	0,0%	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
Marmelo	64	0,0%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juta (fibra)	54	0,0%	6	6	6	1	1	1	1	1	0	1
5.2 - Carnaúba	49	0,0%	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
2.4 - Outros aromáticos etc	46	0,0%	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
8.5 - Oiticica (semente)	36	0,0%	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8.7 - Tucum (amêndoa)	35	0,0%	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
2.2 - Jaborandi (folha)	23	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5 - Mangaba (fruto)	21	0,0%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.7 - Pequi (fruto)	19	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
Tungue (fruto seco)	19	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.10 - Outros alimentícios	16	0,0%	-	-	-	-	-	-	0	3	10	2
5.1 - Buriti	13	0,0%	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
3.3 - Hevea (látex líquido)	11	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4 - Outras fibras	11	0,0%	0	0	0	0	1	0	2	2	2	0
10.1 - Angico (casca)	10	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.8 - Outros oleaginosos	9	0,0%	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
8.2 - Copaíba (óleo)	8	0,0%	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
2.3 - Urucum (semente)	5	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
10.2 - Barbatimão (casca)	4	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.3 - Sorva	2	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
8.3 - Cumaru (amêndoa)	2	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azeitona	1	0,0%	-	-	0	0	-	-	0	0	0	1
6.2 - Maçaranduba	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
10.3 - Outros tanantes	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.1 - Balata	0	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1 - Ipecacuanha ou poaia (raiz)	0	0,0%	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
3.1 - Caucho	0	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.3 - Outras ceras	-	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Geral	17.846.338		690.733	752.895	845.560	952.795	983.421	1.030.803	1.067.297	1.054.864	1.122.728	1.099.014

Anexo 01

TACO - Tabela de Composição de Alimentos (NEPA, UNICAMP, 2011)	Umidade %
Cana-de-açúcar	70,0%
Silvicultura e Madeira	13,0%
Soja (em grão)	13,0%
Milho (em grão)	13,0%
Mandioca	61,8%
Laranja	87,2%
Arroz (em casca)	13,0%
Banana (cacho)	71,5%
Trigo (em grão)	13,0%
Tomate	95,1%
Batata-inglesa	82,9%
Feijão (em grão)	13,5%
Café (em grão) Total	13,0%
Algodão (perm. + temp.)	9,5%
Melancia	90,7%
Coco-da-baía	43,0%
Mamão	87,8%
Abacaxi	86,3%
Cebola	88,9%
Sorgo (em grão)	13,0%
Uva	85,5%
Tangerina	89,2%
Limão	87,4%
Dendê (cacho de coco)	60,3%
Manga	82,6%
Maçã	83,5%
Fumo (em folha)	13,0%
Maracujá	82,9%
Batata-doce	69,5%
Erva-mate (folha verde)	13,0%
Melão	91,3%
Aveia (em grão)	9,1%
Goiaba	85,0%
Cacau (em amêndoa)	60,3%
Cevada (em grão)	13,0%
Amendoim (em casca)	6,4%
1.4 - Erva-mate (Toneladas)	13,0%
Pêssego	89,3%
Sisal ou agave (fibra)	13,0%
Abacate	83,8%
Borracha (látex coagulado)	60,3%
Castanha de caju	3,5%
Caqui	79,7%
1.1 - Açaí (fruto) (Toneladas)	60,3%
8.1 - Babaçu (amêndoa) (Toneladas)	60,3%
Alho	67,5%
Mamona (baga)	60,3%
5.3 - Piaçava (Toneladas)	13,0%
Triticale (em grão)	13,0%
Pimenta-do-reino	13,0%
Palmito	90,4%
Girassol (em grão)	13,0%
1.3 - Castanha-do-pará (Toneladas)	3,5%
Figo	88,2%
Chá-da-índia (folha verde)	13,0%
Pera	84,1%
4.2 - Carnaúba (pó) (Toneladas)	60,3%
1.6 - Palmito (Toneladas)	90,4%

**TACO - Tabela de Composição de Alimentos (NEPA,
UNICAMP, 2011)**

	Umidade %
Fava (em grão)	13,0%
Malva (fibra)	13,0%
Urucum (semente)	13,0%
1.9 - Umbu (fruto) (Toneladas)	89,3%
3.2 - Hevea (látex coagulado) (Toneladas)	60,3%
Linho (semente)	13,0%
8.4 - Licuri (coquilho) (Toneladas)	60,3%
1.8 - Pinhão (Toneladas)	75,0%
1.2 - Castanha-de-caju (Toneladas)	3,5%
Centeio (em grão)	13,0%
Ervilha (em grão)	76,8%
8.6 - Pequi (amêndoa) (Toneladas)	65,9%
4.1 - Carnaúba (cera) (Toneladas)	60,3%
Guaraná (semente)	13,0%
Noz (fruto seco)	6,2%
Rami (fibra)	13,0%
Marmelo	60,3%
Juta (fibra)	13,0%
5.2 - Carnaúba (Toneladas)	60,3%
2.4 - Outros aromáticos etc (Toneladas)	60,3%
8.5 - Oiticica (semente) (Toneladas)	13,0%
8.7 - Tucum (amêndoa) (Toneladas)	13,0%
2.2 - Jaborandi (folha) (Toneladas)	13,0%
1.5 - Mangaba (fruto) (Toneladas)	60,3%
1.7 - Pequi (fruto) (Toneladas)	65,9%
Tungue (fruto seco)	13,0%
1.10 - Outros alimentícios (Toneladas)	60,3%
5.1 - Buriti (Toneladas)	60,3%
3.3 - Hevea (látex líquido) (Toneladas)	60,3%
5.4 - Outras fibras (Toneladas)	13,0%
10.1 - Angico (casca) (Toneladas)	60,3%
8.8 - Outros oleaginosos (Toneladas)	60,3%
8.2 - Copaíba (óleo) (Toneladas)	60,3%
2.3 - Urucum (semente) (Toneladas)	13,0%
10.2 - Barbatimão (casca) (Toneladas)	60,3%
6.3 - Sorva (Toneladas)	60,3%
8.3 - Cumaru (amêndoa) (Toneladas)	13,0%
Azeitona	72,4%
6.2 - Maçaranduba (Toneladas)	60,3%
10.3 - Outros tanantes (Toneladas)	60,3%
6.1 - Balata (Toneladas)	60,3%
2.1 - Ipecacuanha ou poaia (raiz) (Toneladas)	60,3%
3.1 - Caucho (Toneladas)	60,3%
4.3 - Outras ceras (Toneladas)	60,3%

Anexo 02

QUESTIONÁRIO PROJETO FEHIDRO

Data: ____/____/____

Identificação (nome, propriedade ou outros):

E-mail:

Telefone:

Coordenadas geográficas (ponto de referência):

USO DO SOLO NA PROPRIEDADE

Tipo de cultivo e uso da terra (ex.: flores de campo, pasto, mata, área abandonada, APP, cana, moradia, estufas, galpão de máquinas, etc.)	Área (hectares ou m²)	% uso da terra
TOTAL:		100

QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO PARA DADOS SOBRE POÇOS, BARRAMENTOS, CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL E DA CHUVA

1. Barramentos/represas – captação de água superficial:

Identificação das represas	B1 - Nome do rio/córrego:	B2 - Nome do rio/córrego:	B3 - Nome do rio/córrego:	B4 - Nome do rio/córrego:	B5 - Nome do rio/córrego:
Captação (sim/não)					
Coordenadas					
Área (m ²)					
Profundidade (m)					
Data do represamento					
Outorga (sim/não)					
Vazão da bomba (Período _____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Vazão da bomba (Período _____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Vazão da bomba (Período _____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Tipo de tratamento da água captada					

QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO PARA DADOS SOBRE POÇOS, BARRAMENTOS, CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL E DA CHUVA



2. Poços – captação de água subterrânea:

Identificação dos poços	P1	P2	P3	P4	P5
Coordenadas					
Tipo	() Cacimba () Tubular	() Cacimba () Tubular	() Cacimba () Tubular	() Cacimba () Tubular	() Cacimba () Tubular
Profundidade (m)					
Data da perfuração					
Outorga (sim/não)					
Aprofundamento (quando) ¹					
- Quanto foi (m)?					
Dados do teste de bombeamento					
Vazão da bomba (período _____) ²					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Vazão da bomba (período _____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Vazão da bomba (período _____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					

¹ Demais informações sobre a situação do poço quando do aprofundamento, como se este chegou a secar, etc.

² Caso o agricultor não possua os dados por período, colocar a média anual

QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO PARA DADOS SOBRE POÇOS, BARRAMENTOS, CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL E DA CHUVA



3. Outras fontes de captação de água superficial*:

Identificação das fontes	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
Coordenadas					
Tipo de fonte					
Tipo utilização					
Capacidade do reservatório					
Data do início da captação					
Outorga (sim/não)					
Vazão da bomba (período _____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Vazão da bomba (período _____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Vazão da bomba (período _____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Tipo de tratamento da água captada					

* Descrição das formas e tecnologias empregadas:

QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO PARA DADOS SOBRE POÇOS, BARRAMENTOS, CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL E DA CHUVA



4. Captação da água de chuva:

Identificação das fontes	AC1	AC2	AC3	AC4	AC5
Coordenadas					
Tipo de captação					
Tipo utilização					
Capacidade do reservatório					
Data do início da captação					
Vazão da bomba (período_____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Vazão da bomba (período_____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Vazão da bomba (período_____)					
Horas por dia					
Dias por mês					
Meses por ano					
Tipo de tratamento da água captada					

Descrição das formas e tecnologias empregadas:

SISTEMA PRODUTIVO DE CULTURAS PROTEGIDAS

Cultura	Unidade (vaso/haste/outros)	Área * (m ² /%)	Pico de produção (s/n)	() Mães (maio) - Produção	() Namorados (junho) - Produção	() Finados (novembro) – Produção	Produção total (anual)	Valor total (\$)	Comercialização (unidade)		
									Coop.	Atacado	Direto
Estimativa de perdas (unidade/ano ou ciclo)		Local e tipo de descarte (unidade/ano ou ciclo)		Defensivos usados			Defensivos usados				
Na produção	No mercado	Na produção	No mercado	Nome	Qtd. por ano	Finalidade	Nome	Qtd. por ano	Finalidade		
Fertilizantes usados: () Substrato () Solo () Foliar			Fertilizantes usados: () Substrato () Solo () Foliar			Fertilizantes usados: () Substrato () Solo () Foliar			Fertilizantes usados: () Substrato () Solo () Foliar		
Nome	Qtd. por ano	Finalidade	Nome	Qtd. por ano	Finalidade	Nome	Qtd. por ano	Finalidade	Nome	Qtd. por ano	Finalidade

Produção animal - SISTEMA PRODUTIVO:

Tipo animal _____.
Função da criação _____.
Área () galpão () piquete _____ (hectares/m²).
Número de animais _____ (por galpão/piquete).
Início da criação _____.
Número de criações ano/ciclos produtivos _____.
Produção mensal ou anual (Kg/L) _____.
Integrado: () sim () não Empresa: _____.

Insumos

Deixar claro se a informação é por () produção () animal () lote () total () outros _____.
Ração: tipo _____ Qde _____ () Próprio () Industrial.
Vacinas: tipo _____ Qde _____.
Vermífugos: tipo _____ Qde _____ () Próprio () Industrial.
Antibióticos: tipo _____ Qde _____.
Sal: tipo _____ Qde _____.

Comercialização

Produto (leite, carne, animais)

Quantidade _____ (kg/tonelada)
por _____ (mês/ano/ciclo).
Valor _____ R\$.
Outros (cama de frango, esterco)

Destino:

Descarte/ano
(vaca/novilho/bezerro): _____
Valor/ano _____ R\$.
Perdas/ano (mortes/produtos -
perecíveis): _____.

Produto (leite, carne, animais)

Quantidade _____ (kg/tonelada)
por _____ (mês/ano/ciclo).
Valor _____ R\$.
Outros (cama de frango, esterco)

Destino:

Descarte/ano
(vaca/novilho/bezerro): _____
Valor/ano _____ R\$.
Perdas/ano (mortes/produtos -
perecíveis): _____.

Inseminação: () Natural () Artificial

Características do plantel:

Específico (tipo) _____.

Dupla aptidão (tipos) _____.

Modelo: () Confinado () Pastagem

USO DA ÁGUA:

Dessedentação:

Fonte _____.

Limpeza:

Fonte _____.

Volume (m³) _____.

Horas/dias _____ Dias/mês _____ Meses/ano

_____.