

BRENO LINHARES CUNHA

**PROPOSTA DE REDUÇÃO E/OU NEUTRALIZAÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA  
NA SEMANA DO FAZENDEIRO, UFV**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Ciência  
Florestal, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2017

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

C972p  
2017  
Cunha, Breno Linhares, 1990-  
Proposta de redução e/ou neutralização de consumo de água na  
Semana do Fazendeiro, UFV / Breno Linhares Cunha. - Viçosa, MG,  
2017.

vi, 37f. : il. (algumas color.) : 29 cm.

Orientador: Elias Silva.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Água - Consumo - Semana do Fazendeiro. 2. Bacias  
hidrográficas. 3. Educação ambiental. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-  
graduação em Ciência Florestal. II. Título.

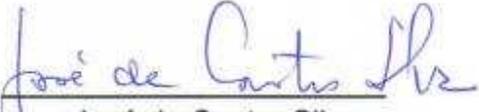
CDO adapt. CDD 22 ed. 634.9116

BRENO LINHARES CUNHA

**PROPOSTA DE REDUÇÃO E/OU NEUTRALIZAÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA  
NA SEMANA DO FAZENDEIRO, UFV**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Ciência  
Florestal, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de junho de 2017.

  
José de Castro Silva

  
José Marinaldo Gleriani

  
Elias Silva  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé e pela força diária para me fazer chegar até aqui.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelos ensinamentos e experiências acadêmicas vivenciadas.

Ao Prof. Elias Silva, pela confiança, amizade e orientação nos últimos anos, principalmente neste estudo.

Ao Prof. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine, pelos ensinamentos e apoio nesta pesquisa.

Ao Prof. José de Castro Silva, pelos ensinamentos, conselhos e amizade.

Ao Prof. José Marinaldo Gleriani, pela participação na banca.

À Equipe do Projeto Carbono Zero, que auxiliou na coleta dos dados e contribuiu de forma significativa para este estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, por todo apoio.

Aos meus pais Cleber e Branca, por toda confiança, amor, conselhos e apoio para chegar até aqui.

Ao meu irmão Gabriel, pelos bons momentos compartilhados.

À Divisão de Gerenciamento de Resíduos (DGS) e à Divisão de Água e Esgotos (DAE) da UFV, pelo apoio na obtenção dos dados desta pesquisa.

Aos amigos “floresteiros”, pela amizade e pelos inesquecíveis momentos vividos em Viçosa.

## BIOGRAFIA

Breno Linhares Cunha, filho de Cleber Barros Cunha e Wanher Lucien Linhares Cunha, nasceu em 1º de agosto de 1990, em Coronel Fabriciano, Minas Gerais.

Em 2007, concluiu o ensino médio no Colégio São Francisco Xavier, em Ipatinga, Minas Gerais.

Em 2009, ingressou no curso de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), graduando-se em janeiro de 2015.

Durante a graduação, estagiou entre 2011 e 2013 no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM) do Departamento de Engenharia Florestal (DEF) da UFV. De 2014 a janeiro de 2015, atuou como voluntário na Florestal Júnior Consultoria UFV, ocasião em que realizou trabalhos técnicos.

Em março de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado, pelo DEF/UFV. Em junho de 2017, submeteu-se ao exame de defesa da dissertação, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	1
2. OBJETIVO .....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1. Pegada hídrica .....	4
3.2. Ciclo hidrológico .....	5
3.3. Manejo de bacias hidrográficas .....	6
3.4. Influência da cobertura vegetal na dinâmica da água .....	8
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	9
4.1. Área de estudo .....	9
4.2. Número de participantes no evento .....	11
4.3. Cálculo da pegada hídrica .....	11
4.3.1. Cálculo da pegada hídrica direta .....	11
4.3.2. Cálculo da pegada hídrica indireta .....	12
4.4. Medidas de redução e de neutralização da água gasta no evento .....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
5.1. Número de participantes no evento .....	18
5.2. Pegada hídrica direta .....	18
5.3.1. Inventário dos resíduos sólidos .....	21
5.3.2. Pegada hídrica por classe de resíduo sólido .....	25
5.4. Pegada hídrica total do evento .....	27
5.5. Medidas de redução da água gasta no evento .....	27
5.6. Neutralização da água gasta no evento .....	29
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35

## RESUMO

CUNHA, Breno Linhares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2017. **Proposta de redução e/ou neutralização de consumo de água na semana do fazendeiro, UFV.** Orientador: Elias Silva.

O Brasil vem enfrentando uma das maiores crises hídricas da história, decorrente tanto do longo período de estiagem que ainda se vivencia quanto do crescente uso deste importante recurso, haja vista o natural crescimento da população. Nesse sentido, surgiu, em 2002, o conceito de pegada hídrica por intermédio do pesquisador holandês Arjem Hoekstra, que estabelece procedimentos para se calcular o gasto de água na atividade humana. De modo similar às pegadas ecológica e de carbono, este cálculo tem como objetivo mensurar o gasto de água com base no consumo direto e indireto de um produto, processo ou atividade, sendo um importante indicador ambiental. Assim, este estudo teve como objetivo geral calcular a pegada hídrica total da 87ª Semana do Fazendeiro, que foi realizada no Campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, entre 17 a 23 de julho de 2016, por meio da leitura de hidrômetros, a que se denomina “água direta”, e do inventário de resíduos sólidos produzidos no evento, chamada de “água indireta”, com vistas a definir ações de redução e neutralização. A pegada hídrica total do evento foi de 42.155,32 m<sup>3</sup> de água, com 1.620,32 m<sup>3</sup> e 40.535,00 m<sup>3</sup> correspondentes à pegada hídrica direta (4%) e indireta (96%), respectivamente. O público estimado para os sete dias do evento foi de 48.982 pessoas, o que gerou uma pegada hídrica total per capita de cerca de 0,86 m<sup>3</sup> de água (860 litros), ou seja, 30 litros e 830 litros para a direta e a indireta, respectivamente. Portanto, ficou demonstrado que o maior consumo de água do evento se deu pela utilização de diferentes tipos de resíduos sólidos, entre eles restos orgânicos, plástico, vidro, metal, papel e papelão, os quais demandam grandes volumes deste vital líquido em seus processos fabris. No sentido de minimizar a água gasta em eventos futuros, foi proposta a troca de sistemas hidráulicos e o aproveitamento da água de chuva, entre outras possibilidades. Posteriormente, com base em literatura especializada, definiu-se que a pretendida neutralização deveria ser feita por meio do plantio de essências arbóreas nativas, haja vista a relação explícita dessa prática com o ciclo hidrológico. Para tanto, concluiu-se que seriam necessários 23,42 hectares para a neutralização da pegada hídrica total do evento.

## ABSTRACT

CUNHA, Breno Linhares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2017. **Proposal of reduction and/or neutralization of water consumption in the farmer's week, UFV.** Adviser: Elias Silva.

Brazil has been facing one of the greatest water crises in history, due to both the estimation period and a living experience regarding the growing resource, given the natural growth of the population. In this sense, the concept of water footprint was created in 2002 by the Dutch researcher Arjem Hoekstra, who established procedures for calculating water expenditure in human activity. Similar to ecological and carbon footprints, this calculation aims to measure water consumption based on the direct and indirect consumption of a product, process or activity, while being an important environmental indicator. Thus, the general objective of this study was to calculate the total water footprint of the 87th Week of the Farmer, held on Campus of the Universidade Federal de Viçosa, in Viçosa, Minas Gerais, between July 17 and 23 of 2016, by reading Hydras, referred to as "direct water", and to inventory solid waste produced in the event, called "indirect water", with a view to a set of reduction and neutralization actions. The total water footprint of the event was 42,155.32 m<sup>3</sup> of water, with 1,620,32 m<sup>3</sup> and 40,535,00 m<sup>3</sup> corresponding to the direct (4%) and indirect (96%) water footprint, respectively. The estimated audience for the seven days of the event was 48,982 people, which generated a total water footprint per capita of about 0.86 m<sup>3</sup> of water (860 liters), that is, 30 liters and 830 liters for a direct and indirect, respectively. Thus, it was demonstrated that the largest water consumption of the event came from the different types of solid waste that generate large volumes including organic waste, plastic, glass, metal, paper and cardboard. In order to minimize water consumption on future events, it was proposed an exchange of hydraulic systems and use of rainwater, among other possibilities. Subsequently, based on specialized literature, it was defined that the intended neutralization should be performed by planting native tree essences, given the explicit relationship between practice and the hydrological cycle. Therefore, it was concluded that it would take 23.42 hectares to neutralize the total water footprint of the event.

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

As atividades humanas demandam e, habitualmente, poluem os mananciais hídricos. Numa escala global, a maior parte do uso da água ocorre na produção agrícola, mas há também volumes substanciais de consumo d'água no setor industrial e demanda doméstica (WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME - WWAP, 2009). Nesse sentido, há a preocupação generalizada de utilizar de modo racional esse importante recurso, a fim de garantir a oferta e para a atual e as próximas gerações.

Nesse contexto, surgiu, em 2002, o conceito de pegada hídrica por iniciativa do pesquisador holandês Arjem Hoekstra. De forma similar ao que se faz para as pegadas ecológica e de carbono, seu objetivo é mensurar o gasto de água com base no consumo direto e indireto de um produto, processo ou atividade, sendo um importante indicador de cunho ambiental (SILVA et al., 2013).

O cálculo da pegada hídrica total se baseia em três componentes, isto é, na pegada hídrica azul, que se refere ao consumo de água (superficial ou subterrânea) para a confecção de um produto, ao longo de sua cadeia produtiva; na pegada hídrica verde, que se refere ao consumo de água "verde" (água de chuva); e na pegada cinza, que se relaciona com a poluição dos corpos d'água, sendo definida como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, considerando os padrões de qualidade exigidos (HOEKSTRA et. al, 2011).

A partir do século XXI, o Brasil vem passando por uma crise hídrica sem precedentes, em razão das mudanças climáticas, bem como do uso inadequado do recurso. Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2017), o período de estiagem prolongado vivido em 2014 e 2015, foi o pior dos últimos 84 anos, notadamente, no sudeste brasileiro, região de maior concentração populacional, o que agrava, ainda mais, a situação da oferta de água no país.

Nesse sentido, vale considerar que existem algumas formas de mitigar os impactos negativos, oriundos do uso da água ou até mesmo neutralizar a pegada hídrica, como já é feito para as outras situações. Estas mitigações estão relacionadas, fundamentalmente, com a recuperação de áreas degradadas, com a construção de barragens de contenção de sedimentos e com a captação de água de chuva, convergindo, assim, para a efetiva sustentabilidade no uso da água. Estas medidas

se mostram interessantes, visto que pessoas, empresas privadas e órgãos públicos poderiam neutralizar os gastos de água de um processo, atividade ou evento através dessas ações ambientais. O objetivo é aumentar a recarga de água na bacia hidrográfica impactada, compensando, desse modo, sua pegada hídrica.

Além disso, o cálculo da pegada hídrica poderia favorecer a governança da água no país, uma vez que traria transparência ao processo, pois mostraria, por meio de dados cientificamente coletados, como e onde se está gastando o recurso hídrico. Isto poderia contribuir para a gestão de políticas públicas voltadas à regularização da oferta de água nas bacias hidrográficas brasileiras.

Com base no exposto, justifica-se plenamente este estudo, haja vista a importância do tema, tal como demonstrado acima, pois se além ao cálculo da pegada hídrica e à definição de medidas para a redução e a neutralização da água gasta no maior evento extensionista agrário do país. No caso, na última edição da Semana do Fazendeiro, ou seja, no evento realizado no Campus da Universidade Federal de Viçosa, entre os dias 17 a 23 de julho de 2016, em Viçosa, Minas Gerais, que contou com público estimado em 48.982 pessoas.

## **2. OBJETIVO**

Este estudo teve por objetivo geral calcular a pegada hídrica do público participante da 87ª Semana do Fazendeiro, realizada no Campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, entre 17 a 23 de julho de 2016.

Os objetivos específicos foram:

- Estimar o número total de participantes no evento;
- Calcular a pegada hídrica direta do evento, total e per capita;
- Calcular a pegada hídrica indireta do evento, total e per capita;
- Indicar medidas para a redução e a neutralização da água consumida no evento.
- Calcular a área necessária para a referida neutralização.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

No sentido de induzir uma melhor compreensão do assunto, entendeu-se oportuno efetuar algumas considerações básicas sobre os seguintes itens: Pegada Hídrica, Ciclo Hidrológico, Manejo de Bacias Hidrográficas e Influência da Cobertura Vegetal na Dinâmica da Água.

#### **3.1. Pegada hídrica**

O conceito de pegada hídrica (PH) foi introduzido em 2002, por Arjen Hoekstra, em Delf, Holanda. O termo pegada hídrica foi escolhido pelo referido autor em analogia à pegada ecológica; no entanto, os conceitos referentes às pegadas possuem formas distintas de explicitação, visto que a pegada ecológica é expressa em hectares e a PH em volume de água doce consumida (SILVA et. al., 2013).

A pegada hídrica é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto, mas também seu uso indireto (Figura 1). Ela pode ser considerada um indicador abrangente da apropriação de recursos hídricos, vis a vis ao conceito tradicional e restrito de captação de água. Na prática, a pegada hídrica de um produto é um indicador multidimensional, pois mostra os volumes de consumo de água por fonte e os volumes de poluição pelo tipo desta, sendo que todas as suas componentes podem ser especificadas geográfica e temporalmente.

Segundo Silva et al., (2013), a sustentabilidade de uma pegada hídrica depende evidentemente de fatores locais, como as características hídricas da região, que, como se sabe, são muito influenciadas pelo desmatamento e o reflorestamento, já que interferem diretamente no processo hidrológico, ou seja, na disponibilidade de água da bacia hidrográfica considerada. Esta sustentabilidade também se relaciona com a poluição dos corpos hídricos, fato que ocorre principalmente pelo uso de biocidas (inseticidas herbicidas fungicidas etc.) na agropecuária e pelo lançamento de dejetos orgânicos diretamente nos mananciais, uma vez que demandará maior volume de água para diluir essas substâncias (HOEKSTRA et al., 2011).

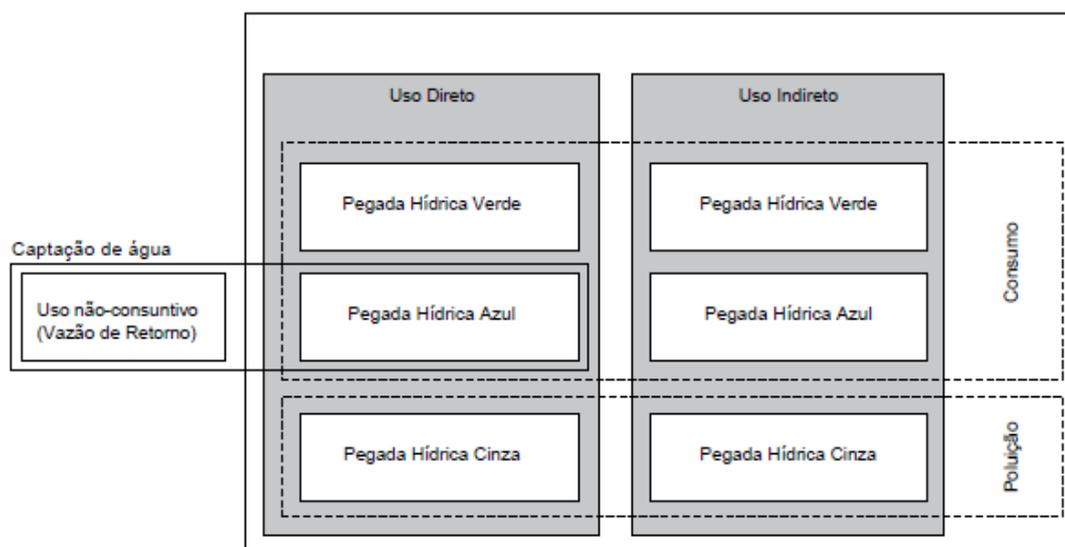


Figura 1 - Representação esquemática dos componentes da pegada hídrica. Fonte: Hoekstra et. al., (2011).

A pegada hídrica está segmentada em três componentes. A primeira, a pegada hídrica azul de um produto, se refere ao consumo de água dita “azul” (superficial e subterrânea) ao longo de sua cadeia produtiva. ‘Consumo’ refere-se à perda de água (superficial ou subterrânea) disponível em uma bacia hidrográfica. A perda ocorre quando a água evapora, retorna à outra bacia ou ao mar ou é incorporada em um produto. De sua parte, a pegada hídrica verde refere-se ao consumo de água “verde” (água de chuva, desde que não escoe). Já a pegada hídrica cinza diz respeito à poluição e é definida como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, a partir de concentrações naturais e de padrões exigidos de qualidade da água (HOEKSTRA et al., 2011).

### 3.2. Ciclo hidrológico

A água é um recurso natural cuja oferta depende da dinâmica do ciclo hidrológico, que pode ser considerado uma interação entre fatores terrestres e atmosféricos (Figura 2). Mais exatamente, é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes e na atmosfera, que é alimentado pela força da gravidade e pela energia do Sol (GOMES, 2005).

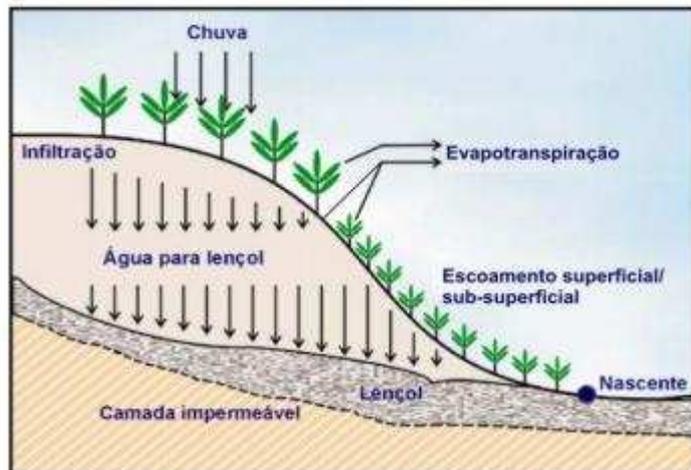


Figura 2 - Esquema da dinâmica do ciclo hidrológico. Fonte: Gomes (2005).

Conforme Barrella et al., (2001), o comportamento natural da água quanto à sua ocorrência, transformações e relações com o ambiente é bem caracterizado pelo conceito de ciclo hidrológico. Nesse sentido, é lógico imaginar que a capacidade de cada localidade de sustentar as atividades demandantes do recurso hídrico seja determinada pelo comportamento local do ciclo hidrológico.

Numa forma didática de demonstrar o fenômeno, Lima (2008) explica que a água que evapora dos oceanos e da superfície dos continentes se junta na atmosfera e se precipita em ecossistemas terrestres e aquáticos. Assim, a água precipitada pode ser interceptada pela vegetação, escoar superficialmente pelo relevo ou infiltrar no solo, onde pode ser absorvida pelas plantas. Desta forma, o ciclo da água envolve uma série de processos hidrológicos: evaporação, precipitação, interceptação, transpiração, infiltração, percolação, escoamento superficial, entre outros.

### 3.3. Manejo de bacias hidrográficas

Segundo Barrella et al., (2001), bacia hidrográfica é um conjunto de terras delimitadas por divisores de água nas regiões mais altas do relevo, drenadas por um rio e seus afluentes, onde as águas pluviais, ou escoam superficialmente, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático, tal que toda vazão efluente seja descarregada por uma simples saída.

A área da bacia tem influência sobre a quantidade de água produzida (deflúvio). A forma e o relevo, por outro lado, atuam sobre a taxa, ou sobre o regime desta produção de água, assim como sobre a taxa de sedimentação. O padrão de drenagem

afeta a disponibilidade de sedimentos e a taxa de formação do deflúvio. Muitas das características físicas da bacia hidrográfica são, em grande parte, controladas ou influenciadas pela sua estrutura geológica. Por sua vez, a infiltração da água no solo é o processo que determina a sua entrada, quer dizer, o quanto de água da chuva penetra no solo e o quanto escoia superficialmente, enquanto que o movimento da água dentro do perfil é comumente referido como percolação. Estes dois processos estão intimamente ligados, já que a infiltração não pode ocorrer se não houver percolação da água no solo (ZAKIA, 1998).

Neste contexto, o manejo integrado de bacias hidrográficas visa tornar compatível a produção com a preservação ambiental, buscando adequar a intervenção antrópica às características biofísicas dessas unidades naturais (ordenamento do uso/ocupação da paisagem, observadas as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial na respectiva bacia hidrográfica), sob gestão integrativa e participativa, de forma que sejam minimizados os impactos ambientais negativos e se garanta o desenvolvimento sustentado (SOUZA e FERNANDES, 2000). Na prática, busca integrar esforços das instituições atuantes na região, a fim de que todas as atividades econômicas dentro da bacia sejam desenvolvidas de forma sustentável e trabalhadas integradamente.

No entanto, no Brasil, apesar de todo o conhecimento hoje existente, o planejamento para o manejo de bacias hidrográficas tem ocorrido quase sempre de modo a priorizar, ora o aspecto hídrico, ora o uso agrícola, faltando, desse modo, uma visão holística. Nestes termos, uma variável importante e que não pode ser negligenciada é a renda do produtor rural que vive na bacia, pois ele necessita dela para a sua sobrevivência (ZAKIA, 1998).

Nessa linha de raciocínio, Santana et al., (2002) enfatizam que as medidas voltadas ao manejo integrado de bacias hidrográficas deveriam transcender o enfoque puramente agrícola, já que buscam promover também a garantia do abastecimento hídrico, tanto em quantidade quanto em qualidade, para a população urbana/rural, processamentos industriais e vida útil de reservatórios, entre outros usos. Dentro desse enfoque, o espaço rural assume relevância não só na produção de alimentos e fibras, mas também como “produtor” de água em quantidade e qualidade satisfatórias, exatamente para viabilizar a utilização múltipla desse recurso natural.

O produtor rural, aqui personificado na figura de “produtor de água”, seria aquele agente que usa tecnologia e conceitos relacionados ao agronegócio sustentável. Dentro de seu sistema de produção, esse produtor deve considerar a água como um de seus insumos, mas também como um de seus produtos, isto é, a atividade que desempenha é regida sob o contexto de sistema integrado. Essa visão sistêmica da gestão dos recursos hídricos poderia ser chamada de enfoque hidroagrícola, ainda que água não seja o único produto gerado na propriedade (SANTANA et al., 2002; PORTES, 2008).

Conforme relatado por Souza e Fernandes (2000), o gerenciamento eficaz de bacias hidrográficas requer, antes de tudo, um processo de planejamento com base nas variáveis sociais, econômicas e ambientais dessas unidades, a fim de buscar soluções que se enquadrem dentro dos limites da capacidade de suporte delas.

#### **3.4. Influência da cobertura vegetal na dinâmica da água**

Como se sabe, a cobertura vegetal influencia a redistribuição da água precipitada pluviometricamente, pois a sua parte aérea forma um sistema de amortecimento, direcionamento e retenção das gotas que chegam ao solo, afetando, desse modo, a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração. Por esse motivo, o abastecimento do lençol freático é favorecido e a variação de vazão ao longo do ano tende a ser regularizada, além de retardar os picos de cheia (OLIVEIRA JÚNIOR e DIAS, 2005).

Outro aspecto que merece consideração é o fato de que as boas condições à infiltração de água nos solos florestais são favorecidas principalmente pela manta orgânica presente na camada superficial e pelas raízes, que reduzem o impacto das gotas da chuva, diminuindo a erosão e favorecendo a infiltração.

Enfim, o conhecimento do papel da vegetação no ciclo hidrológico é de fundamental importância para o manejo voltado à produção de água em qualidade e quantidade, como por exemplo, quando se busca a neutralização do gasto de água em diferentes atividades humanas (LIMA, 2008).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

A cidade de Viçosa está situada na Zona da Mata mineira, entre as Serras da Mantiqueira, do Caparaó e da Piedade, com cerca de 78 mil pessoas. Tem como coordenadas geográficas de referência o paralelo 20° 45'14'', latitude S, e o meridiano 42°52'54'', longitude W (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, 2017).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é o CWb – clima mesotérmico, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos frios e secos, com precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm. As temperaturas médias mensais são sempre superiores a 17° C e inferiores a 24° C, e a temperatura média anual é de 20,9° C (ORLANDINI, 2002).

A bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu é a principal fonte de fornecimento de água de Viçosa, abastecendo 65% da demanda municipal e 100% do Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O fornecimento é feito através de uma estação de tratamento de água (ETA), localizada na UFV (FARIA et al., 2009).

No referido Campus, ocorre anualmente a Semana do Fazendeiro, considerado o maior evento extensionista de cunho agrário do país. Na 87ª edição que ocorreu entre os dias 17 a 23 de julho de 2016, contou com aproximadamente três mil inscritos em seus vários cursos e em outras atividades (clínica tecnológica, dia de campo etc.) (Figura 3). Tal evento concentrou-se na região central do Campus, conforme se observa na Figura 4, em que se delimitou o espaço efetivamente ocupado pelos participantes.



Figura 3 – Vista de parte da infraestrutura montada para a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais. Fonte: o autor.



Figura 4 - Delimitação da área onde foi realizada a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais. Fonte: Google Earth (2016).

Dada a localização da área de estudo no Campus da UFV, as propostas referentes à neutralização da água gasta no evento foram feitas para a bacia

hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, posto ser este o manancial responsável pelo abastecimento de água no campus universitário.

#### **4.2. Número de participantes no evento**

O número total de participantes foi estimado com o auxílio de um aplicativo de smartphone chamado “Click Counter”, por meio da equipe do Projeto Carbono Zero, que quantifica o montante de gases de efeito estufa gerado no evento. Para tanto, foram realizadas contagens de pessoas nas principais áreas de afluência dos participantes, em todos os dias do evento, sempre em dois turnos; manhã (8 horas) e noite (20 horas). Com esta informação, pôde-se chegar à pegada hídrica por pessoa.

#### **4.3. Cálculo da pegada hídrica**

O cálculo da pegada hídrica total se baseou no consumo de água direta (lida nos hidrômetros) e indireta (calculada com base no inventário de resíduos sólidos utilizados), de forma a se obter o consumo total (HOEKSTRA et al., 2011).

##### **4.3.1. Cálculo da pegada hídrica direta**

O cálculo da pegada hídrica direta do evento foi feito a partir da leitura dos hidrômetros, equipamento que faz a apuração do consumo de água. Eles estavam localizados nas dependências onde ocorreu o evento.

Foi feita a leitura antes do início oficial do evento e após o seu final. Além disso, foram feitas leituras diárias, sempre em dois horários, ou seja, às 8 horas da manhã e às 20 horas, como forma de apurar eventuais picos de consumo de água durante o evento.

Desse modo, foram identificados 17 hidrômetros que possuíam relação com as atividades do evento, conforme Tabela 1.

<b>Hidrômetro</b>	<b>Local</b>
1	Alojamento Pós
2	Alojamento Pósinho
3	Praça de Alimentação do Multiuso
4	Diretório Central dos Estudantes (DCE)
5	Alojamento Velho
6	Alojamento Novo
7	Alojamento Novíssimo
8	Hotel CEE 1

Hidrômetro	Local
9	Hotel CEE 2
10	Lanchonete Geraes
11	Hotel CEE 3
12	Restaurante Geraes
13	Centro de Ensino de Extensão (CEE)
14	Pavilhão de Aulas (PVA)
15	Restaurante Universitário (RU)
16	Alojamento Feminino
17	Biblioteca (BBT)

Tabela 1 - Locais onde foram feitas as leituras dos hidrômetros durante a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

As leituras eram obtidas de forma direta, visto que o equipamento já traz o consumo em m<sup>3</sup>. Assim, o consumo de água em um determinado período foi obtido pela diferença entre a leitura atual e a anterior.

#### 4.3.2. Cálculo da pegada hídrica indireta

Neste estudo, o cálculo da pegada hídrica indireta se baseou no volume de água necessário para fabricar um produto ao longo de sua cadeia produtiva, conforme apregoam Hoekstra et al., (2011). Assim, foi feito um inventário dos resíduos sólidos gerados durante o evento, separando-os em classes de materiais, para posterior conversão em litros (cada m<sup>3</sup> de água equivale a mil litros), conforme valores obtidos em consulta à literatura especializada e que se encontram consolidados na Tabela 2.

Classe de Resíduo Sólido	Consumo de Água (Litros/Kg)
Plástico	90 <sup>a</sup>
Papelão	278 <sup>b</sup>
Metais	100.000 <sup>c</sup>
Papel	214 <sup>d</sup>
Orgânico	3.660 <sup>e</sup>
Vidro	6 <sup>f</sup>
Embalagens Tetra-pak	5.179 <sup>g</sup>
Rejeitos	4.221 <sup>h</sup>

Tabela 2 – Valores relativos ao consumo de água, em litros por kg, para produzir cada tipo de resíduo sólido gerado na 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Fonte: a: Discovery (2017); b: Lucianer (2017); c: Ecohousefiltros (2017); d: Water Footprint Network (2017); e: Walbert (2017); f: Sasson (2017); g: Ecolife Tetra Pak (2017); e h: Hoekstra et al. (2011).

Para tanto, a coleta dos dados foi realizada em dois segmentos, sendo o primeiro um inventário amostral dos resíduos sólidos coletados nas áreas de convivência do evento e, o outro, no material gerado pelo Restaurante Universitário, já que possuem destinações distintas.

#### **4.3.2.1. Inventário dos resíduos sólidos**

Como se verifica na Tabela 2, o volume de água utilizado na cadeia produtiva de diferentes bens pode variar enormemente, se considerado os vários tipos de materiais (insumos) usados no processo. Por isso, neste estudo, foi feito o inventário de resíduos sólidos do evento, de forma a se obter a quantidade deles por classe de material (papel, plástico, metal etc.).

Nesse sentido, durante o evento, foram alocadas lixeiras espaçadas estrategicamente, de forma a recolher resíduos de diferentes locais e que se pressupõe com composições distintas. O resíduo sólido era direcionado às lixeiras por meio da equipe de limpeza do evento, pelos comerciantes ou pelos próprios participantes. Após a finalização diária das atividades do evento, todo o montante recolhido era direcionado ao setor de recepção de resíduos da UFV, onde ocorreu a separação dos materiais, de forma a se fazer a amostragem.

O inventário foi feito através de uma amostragem casual simples, onde diariamente era amostrado o máximo de resíduos até o horário de saída dos auxiliares de triagem. Ao final de cada dia, era contabilizado o percentual amostrado, de forma a atender um mínimo preestabelecido de 30% do montante de resíduo gerado naquele período. Para o cálculo da emissão total de cada material foi feita uma estimativa, utilizando-se de regra de três simples, considerando o total amostrado de cada classe diariamente.

As amostras eram representadas por sacolas plásticas contendo os resíduos sólidos recolhidos durante o evento, as quais eram escolhidas aleatoriamente, para posterior separação dos diferentes materiais, o que foi feito por uma equipe de sete

pessoas. As classes de resíduos foram determinadas previamente, sendo as seguintes: plástico, papelão, metais, papel, orgânico, vidro, embalagens Tetra Pak e rejeitos.

Onde:

**Plástico:** representado basicamente por garrafas pets, pequenos talheres e pratinhos, copos e sacolas de diferentes tamanhos.

**Papelão:** embalagens de produtos comercializados e transportados durante o evento.

**Metais:** latas de refrigerante, cervejas e de alimentos.

**Papel:** papel de jornal, anúncios, guardanapos e folhetos diversos.

**Orgânico:** resíduo orgânico (restos de comida) gerado na Praça de Alimentação do evento e no Restaurante Universitário da UFV.

**Vidro:** garrafas de bebidas.

**Embalagens Tetra Pak:** embalagens de leite e sucos industrializados.

**Rejeitos:** todo resíduo que não era possível de ser separado no local ou de origem sanitária (notadamente papel higiênico, absorvente feminino, fralda e lenço de papel).

Assim, após a separação dos diferentes tipos de materiais que o compunham, os resíduos sólidos foram colocados em sacos plásticos para se efetuar a pesagem, o que foi feito com uma balança do tipo suspensa, conforme se observa na Figura 5.



Figura 5 - Balança do tipo suspensa utilizada para a pesagem dos resíduos sólidos durante a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Após a conclusão dos trabalhos de amostragem, os resíduos sólidos foram encaminhados para uma associação que trabalha com a coleta e a reciclagem desses materiais, localizada em Viçosa, Minas Gerais.

Já o resíduo gerado no Restaurante Universitário e na Praça de Alimentação do evento, por ter outra destinação, foi pesado separadamente, com o auxílio de uma balança convencional, a cada dia. Por se tratar de um resíduo totalmente orgânico, não foi necessário nenhum tipo de amostragem, sendo contabilizado para o cálculo da pegada hídrica o montante total gerado.

#### **4.4. Medidas de redução e de neutralização da água gasta no evento**

As medidas voltadas à redução da água direta e indireta utilizada no evento foram traçadas com base em obra referencial sobre o assunto, isto é, em Takano (2009). Representam ações para a racionalização do gasto de água nas próximas edições do evento.

Quanto à neutralização da água gasta no evento, optou-se pela ação que estabelece relação direta com o ciclo hidrológico, qual seja, a que apregoa o plantio de essências arbóreas (nativas da região) na bacia hidrográfica impactada, em conformidade com o que indica a referência Tissue Online (2017).

Já para se calcular a área necessária a esse plantio, utilizou-se do estudo de Orlandini (2002), que considerou e integrou dados de duas pesquisas de cunho

hidrológico, conforme se observa na Tabela 3. A primeira, desenvolvida por Hewlett, em 1982, apontou como seria o comportamento de uma bacia hidrográfica ideal para uma precipitação pluviométrica de 1.200 mm anuais, que é coincidentemente o valor médio aceito para a bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu (aqui entendida como a real). A outra, desenvolvida por Valente e Gomes, em 2001, realizou um detalhado estudo na mencionada bacia, com o propósito de revitalizar a vazão de seus mananciais.

<b>Componentes Hidrológicos</b>	<b>Bacia do Ribeirão São Bartolomeu* (mm)</b>	<b>Bacia Ideal** (mm)</b>
Precipitação	1.200	1.200
Infiltração	936	1.080
Escoamento Superficial	264	120
Evapotranspiração	840	804
Abastecimento do Lençol Freático	96 (8% da precipitação)	276 (23% da precipitação)

\*Valente e Gomes (2001)      \*\*Hewlett (1982)

Tabela 3 – Dados sobre duas bacias hidrológicas: a real (Bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa, Minas Gerais) e a ideal. Fonte: Adaptado de Orlandini (2002).

Nesses termos, o procedimento adotado para calcular a área necessária à neutralização da água gasta no evento obedeceu à seguinte consideração, em sintonia com o explicitado em Orlandini (2002):

- Com a comparação dos dados dessas duas bacias, verifica-se que há um déficit de 180 mm (276 mm – 96 mm) no abastecimento do lençol freático da bacia real, o que se pressupõe corrigir, ao longo do tempo, pelo plantio de essências arbóreas. Como os índices dos componentes hidrológicos da Tabela 3 são medidos em milímetros (mm) por metro quadrado (m<sup>2</sup>), um possível ganho de 180 mm/m<sup>2</sup> na bacia também pode ser traduzido por 180 litros/m<sup>2</sup> ou 0,18 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Logo, haveria um ganho de 1800 m<sup>3</sup>/ha.

Portanto, dessa consideração, deduz-se que a área (em hectares) necessária à pretendida neutralização pode ser representada pela seguinte fórmula:

$$A = \frac{PH}{G}$$

Onde:

A = Área necessária para a neutralização da pegada hídrica, em ha;

PH = Pegada hídrica do evento (total, direta ou indireta), em m<sup>3</sup> de água;

G = Ganho no abastecimento do lençol freático, em m<sup>3</sup>/ha.

Com base nisso, optou-se pelo cálculo dessa área sob dois cenários. O primeiro, considerando a pegada hídrica total, que, como visto, abrange a direta e a indireta. O outro, considerando apenas a pegada hídrica direta, já que esta se refere especificamente à água consumida no evento e que teve origem na bacia hidrográfica impactada, no caso a do Ribeirão São Bartolomeu.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Número de participantes no evento

O público total estimado no evento foi de 48.982 pessoas. Se considerado que o evento ocupou sete dias, a média diária foi de 6.997 pessoas.

### 5.2. Pegada hídrica direta

Ao longo do estudo, foram feitas 238 observações (17x7x2), já que se teve a leitura de 17 hidrômetros durante os sete dias do evento e em dois turnos diários, isto é, às 8 horas da manhã e às 20 horas. Com isso, apurou-se o gasto de água por local de instalação, por dia e nos dois turnos, o que possibilitou verificar que o consumo total ao longo do evento foi de 1.620,32 m<sup>3</sup>, valor que corresponde à pegada hídrica direta (Tabela 4 e Figuras 6 e 7). Assim, a pegada hídrica direta per capita do evento foi de cerca de 0,03 m<sup>3</sup> (1.620,32 m<sup>3</sup> de água/48.982 pessoas), isto é, 30 litros por pessoa (4,7 litros de água, por dia, para cada pessoa).

Desse modo, com base na Tabela 4 e na Figura 6 percebe-se que o local que teve o maior gasto de água durante o evento foi o Restaurante Universitário, totalizando 345,00 m<sup>3</sup> (cerca de 1/5 do total da pegada hídrica direta). Isto se explica, por ser o setor que ficou responsável por fornecer, diariamente, café da manhã, almoço e jantar à maior parte do público que participou do evento. Como se sabe, este tipo de serviço demanda muita água, exatamente pelo fato de haver a cocção de alimentos e a posterior limpeza de equipamentos e estruturas, ambos de escala industrial.

De sua parte, quando se tomaram em consideração todos os hidrômetros relacionados aos alojamentos e ao hotel (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 16), verificou-se um consumo de 1.165,47 m<sup>3</sup>, o que representou, aproximadamente, 72% do total consumido de água ao longo dos sete dias do evento (Tabela 4). Em outros termos, este consumo representou algo em torno de 3/4 do que se demandou de água (“direta”, no caso, registrada nos hidrômetros) no evento, muito explicado pelo número expressivo de pessoas presentes nos alojamentos (554

Hidrômetro	Local	Consumo de Água (m <sup>3</sup> )
1	Alojamento Pós	312,00
2	Alojamento Pósinho	177,00

Hidrômetro	Local	Consumo de Água (m <sup>3</sup> )
3	Praça de Alimentação do Multiuso	19,53
4	Diretório Central dos Estudantes (DCE)	0,32
5	Alojamento Velho	91,00
6	Alojamento Novo	114,00
7	Alojamento Novíssimo	58,00
8	Hotel CEE 1	65,20
9	Hotel CEE 2	81,90
10	Lanchonete Geraes	20,67
11	Hotel CEE 3	0,20
12	Restaurante Geraes	93,50
13	Centro de Ensino de Extensão (CEE)	31,00
14	Pavilhão de Aulas (PVA)	10,00
15	Restaurante Universitário (RU)	345,00
16	Alojamento Feminino	152,00
17	Biblioteca (BBT)	49,00
-----	Total	1.620,32

Tabela 4 - Consumo de água, em m<sup>3</sup>, nos locais de leitura dos hidrômetros durante a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

participantes, segundo a secretaria do evento, ademais dos já residentes, quer dizer, estudantes de graduação) e no hotel do CEE (200 pessoas, segundo a administração do hotel).

Completam o quadro de consumo os locais com hidrômetros de números 3, 4, 13, 14, 15 e 17, perfazendo 109,85 m<sup>3</sup> (cerca de 7% do total). Nestes, encontra-se o que corresponde à Praça de Alimentação do Multiuso (o de número 3, com 19,53 m<sup>3</sup>), que foi um dos locais mais frequentados durante o evento, já que neste recinto estavam concentrados os pontos de venda de alimentos e bebidas (Tabela 4).

## Consumo de água (m³)

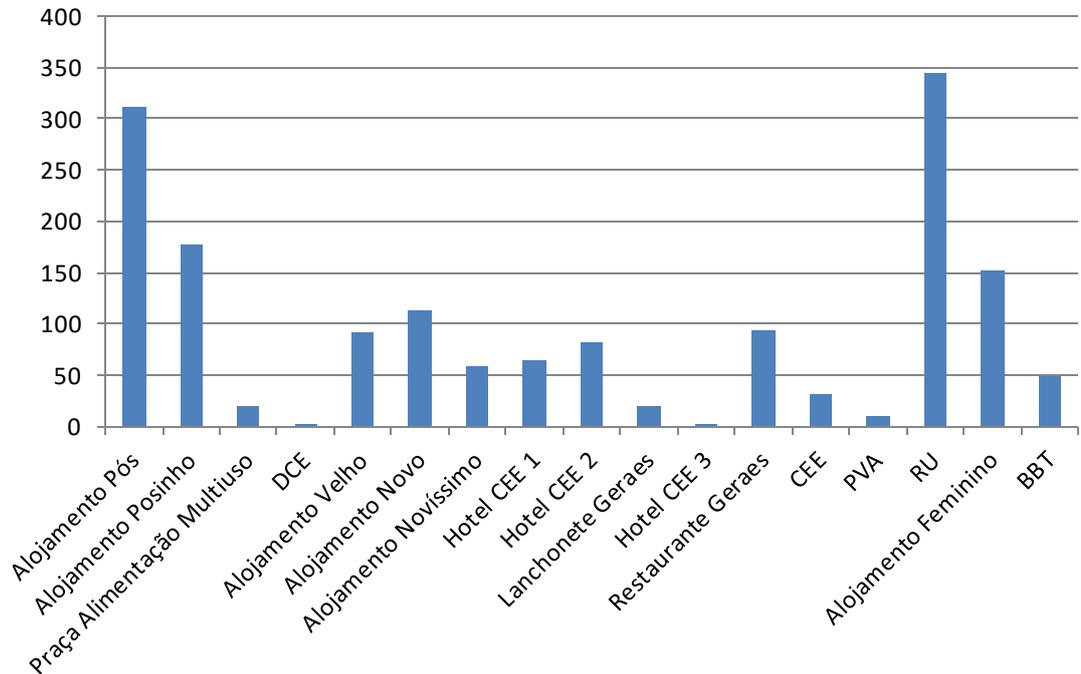


Figura 6 - Consumo de água, em m³, por local de instalação do hidrômetro, durante a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Sendo: Diretório Central dos Estudantes (DCE); Centro de Ensino de Extensão (CEE); Pavilhão de Aulas (PVA); Restaurante Universitário (RU); e Biblioteca (BBT).

## Consumo de água (m³)

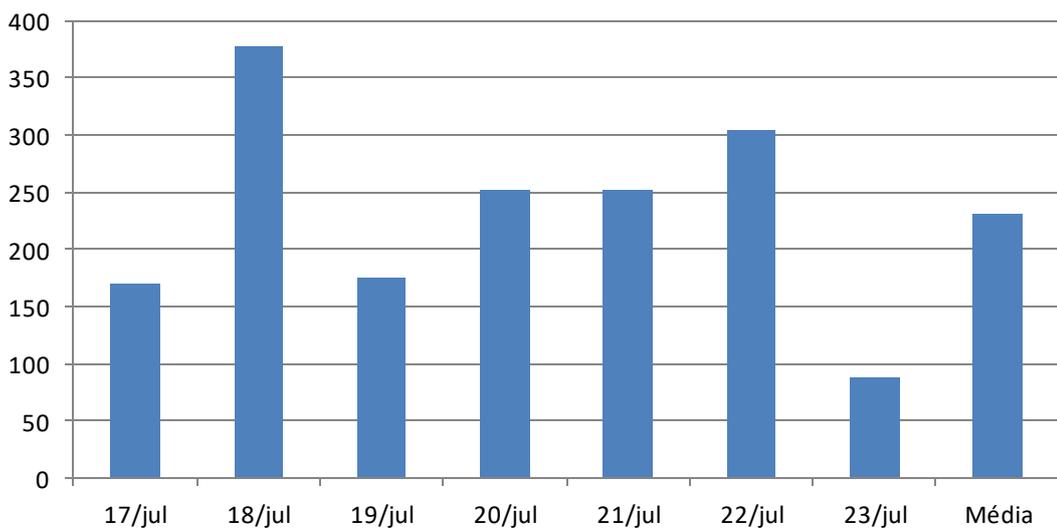


Figura 7 - Consumo de água, em m³, por dia do evento, durante a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Sendo: julho (jul).

No que toca ao consumo de água por dia, a data de 18 de julho de 2016 foi a que teve maior valor (em torno de 375,00 m<sup>3</sup>). Isto se explica, pelo fato de ser no segundo dia do evento que ocorre o início dos cursos oferecidos pela UFV ao público participante. Já no último dia (23 de julho de 2016), como previsto, houve o menor consumo, algo em torno de 90 m<sup>3</sup>, haja vista a viagem de retorno dos participantes nesta data. A média diária se situou próxima de 230,00 m<sup>3</sup>, conforme Figura 7.

### 5.3. Pegada hídrica indireta

A pegada hídrica indireta do evento foi estimada a partir da relação entre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no mesmo e de quanto se consome de água (litros por kg) para produzir cada tipo deles, conforme procedimento apregoado por Hoekstra et al., (2011). Para tanto, tomou-se como base os valores de consumo de água explicitados na Tabela 2 e que representam informações obtidas em literatura especializada.

Os resultados referentes à coleta dos dados e à base de cálculo estão descritos na sequência.

#### **5.3.1. Inventário dos resíduos sólidos**

Como visto, a pegada hídrica indireta é calculada com base no consumo de água necessário para a produção dos materiais inventariados, no caso, nos resíduos sólidos gerados pelo evento. Estes resíduos sólidos foram coletados em dois tipos de locais: nas áreas de convivência do evento e no Restaurante Universitário. Assim, para induzir melhor compreensão, os resultados foram apresentados para cada um deles.

Em relação ao inventário dos resíduos sólidos gerados nas áreas de convivência do evento, foi feito um trabalho diário, em que se procurou amostrar o máximo possível de material. Tanto que o peso médio de resíduo sólido amostrado foi de 494,66 Kg, ou seja, algo em torno de 57%, conforme se observa na Tabela 5.

<b>Dia</b>	<b>Peso Total (Kg)</b>	<b>Peso da Amostra (Kg)</b>	<b>% da Amostra</b>
1	1.095,76	530,02	48,37
2	774,09	464,76	60,04
3	590,05	393,06	66,61
4	992,74	565,49	56,96
5	866,67	523,56	60,41
6	921,99	496,99	53,90
7	829,11	488,77	58,95
<b>Total</b>	<b>6.070,41</b>	<b>3.462,65</b>	<b>57,04</b>
Média	867,20	494,66	57,04

Tabela 5 – Peso total e amostral, em kg, dos resíduos sólidos gerados nas áreas de convivência da 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Com base ainda na Tabela 5, verifica-se que foram produzidos durante o evento 6.070,41 kg de resíduos sólidos em suas áreas de convivência, com média diária da ordem de 867,20 kg. Portanto, se considerado que o público total estimado foi de 48.982 pessoas, cada participante gerou, nas áreas de convivência do evento, em média, 0,12 kg ao longo dos sete dias.

Os resíduos sólidos amostrados eram diariamente separados e segregados em oito classes de materiais, sendo elas: plástico, papel, papelão, metais, vidro, orgânico, embalagens Tetra-Pak e rejeitos. Para o cálculo da emissão total de cada material foi feito uma estimativa, utilizando-se de regra de três simples, considerando o total amostrado de cada classe diariamente. Com base nisso, a Tabela 6 apresenta o total diário de resíduos sólidos gerados nas áreas de convivência do evento, por classe de material, em Kg.

<b>Total de Resíduos Sólidos - Em Kg</b>									
<b>Classe de Resíduo Sólido</b>	<b>17/jul</b>	<b>18/jul</b>	<b>19/jul</b>	<b>20/jul</b>	<b>21/jul</b>	<b>22/jul</b>	<b>23/jul</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Plástico	142,98	112,58	73,65	151,19	132,81	148,84	127,01	889,04	14,65
Papelão	188,50	35,24	38,43	70,89	60,11	80,16	78,89	552,22	9,10
Metais	13,69	25,32	20,79	19,33	11,94	16,64	17,95	125,65	2,07
Papel	95,18	80,71	71,61	111,90	78,26	70,74	84,73	593,14	9,77
Orgânico	308,29	150,17	91,83	116,64	129,50	101,33	105,18	1002,93	16,52
Vidro	59,46	23,80	32,43	38,43	41,81	68,53	44,08	308,53	5,08
Embalagens Tetra-pak	8,15	2,63	6,76	3,46	2,62	8,35	5,33	37,28	0,61
Rejeitos	279,51	343,64	254,57	480,91	409,63	427,41	365,95	2561,62	42,20
<b>Total</b>	<b>1.095,76</b>	<b>774,09</b>	<b>590,05</b>	<b>992,74</b>	<b>866,67</b>	<b>921,99</b>	<b>829,11</b>	<b>6.070,41</b>	<b>100,00</b>

Tabela 6 – Peso total diário, por classe de material, em kg, do resíduo sólido gerado nas áreas de convivência durante a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Sendo: julho (jul).

Portanto, os rejeitos foram os que apresentaram maior representatividade, totalizando 42,20%, seguido pelos resíduos orgânicos (16,52%) e pelo plástico (14,65%) (Tabela 6). Se considerado apenas o primeiro tipo, isto é, os rejeitos, já dá para se ter uma noção da complexidade e da dificuldade de se lidar com o tema, haja vista que essa classe de resíduo sólido representa, basicamente, material de origem sanitária (papel higiênico, absorvente feminino, fralda e lenço de papel).

Assim, percebe-se a necessidade de se implantar, para as próximas edições do evento, uma intensa campanha de conscientização de todas as pessoas envolvidas, a fim de se promover o uso criterioso de todos os resíduos sólidos, especialmente os que se mostraram aqui mais expressivos em termos de uso. Para tanto, essa campanha deveria integrar a programação oficial do evento, no sentido de evidenciar o efetivo comprometimento da Universidade Federal de Viçosa com a visão de sustentabilidade, aliás, lema que ela segue com rigor em sua trilogia ensino, pesquisa e extensão. Uma forma disso se efetivar mais rapidamente seria ampliar a tarefa do Programa Carbono Zero, de modo a também incorporar a questão da água em sua rotina de trabalho. Justifica-se tal iniciativa, pelo fato do referido Programa já constar da programação oficial do evento e atuar fundamentalmente no plantio de essências florestais para sequestrar carbono atmosférico, que, como se sabe, também age sobre o ciclo hidrológico. Enfim, há óbvia relação entre a questão do

carbono e a da redução/neutralização da água gasta no evento, o que está a exigir ação integrada.

Como mencionado anteriormente, além do resíduo sólido das áreas de convivência do evento, também foi contabilizado para o cálculo da pegada hídrica indireta aquele gerado pelo Restaurante Universitário (RU). Desse modo, como se previa, todo o resíduo gerado neste local foi caracterizado como orgânico, com média diária de 504,31 kg e total de 3530,14 kg, conforme se observa na Tabela 7.

<b>Resíduo Sólido do Restaurante Universitário (RU)</b>	
Dia	Total (Kg)
1	621,97
2	386,24
3	551,12
4	529,96
5	448,58
6	391,76
7	600,51
<b>Total</b>	<b>3.530,14</b>
Média	504,31

Tabela 7 – Peso total diário, em kg, do resíduo sólido gerado no Restaurante Universitário (RU) durante a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Desse modo, a 87ª Semana do Fazendeiro gerou um total de 9.600,55 kg de resíduos sólidos, já somados os coletados nas áreas de convivência do evento (6.070,41 kg; 63,23%) e no Restaurante Universitário (3.530,14 kg; 36,77%), conforme informações das Tabelas 6, 7 e 8. Portanto, o montante recolhido de resíduos sólidos nas áreas de convivência do evento representou a maior parte, isto é, cerca de 2/3 do total, o que se pode entender, em parte, pelo fato do restante se referir exclusivamente ao Restaurante Universitário e de uma classe apenas, no caso orgânico.

Total de Resíduos Sólidos - Em Kg									
Classe de Resíduo Sólido	17/jul	18/jul	19/jul	20/jul	21/jul	22/jul	23/jul	Total	%
Plástico	142,98	112,58	73,65	151,19	132,81	148,84	127,01	889,04	9,26
Papelão	188,50	35,24	38,43	70,89	60,11	80,16	78,89	552,22	5,75
Metais	13,69	25,32	20,79	19,33	11,94	16,64	17,95	125,65	1,31
Papel	95,18	80,71	71,61	111,90	78,26	70,74	84,73	593,14	6,18
Orgânico	930,26	536,41	642,95	646,60	578,08	493,09	708,70	4536,07	47,23
Vidro	59,46	23,80	32,43	38,43	41,81	68,53	44,08	308,53	3,21
Embalagens Tetra-pak	8,15	2,63	6,76	3,46	2,62	8,35	5,33	37,28	0,39
Rejeitos	279,51	343,64	254,57	480,91	409,63	427,41	365,95	2561,62	26,67
<b>Total</b>	<b>1.717,73</b>	<b>1.160,33</b>	<b>1.141,19</b>	<b>1.522,71</b>	<b>1.315,26</b>	<b>1.313,76</b>	<b>1.432,64</b>	<b>9.600,55</b>	<b>100,00</b>

Tabela 8 – Peso total diário, por classe de material, em kg, do resíduo sólido gerado nas áreas de convivência e no Restaurante Universitário (RU) durante a 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Sendo: julho (jul).

Ainda de acordo com a Tabela 8, verifica-se que o material orgânico foi o mais expressivo, pois representou quase metade do total, quer dizer, 47,23%. Outra classe que também se destacou foi a de rejeitos, na medida em que alcançou 26,67% do total produzido de resíduos sólidos. Enfim, como relatado anteriormente, se faz necessária a realização de uma campanha dentro da programação oficial do evento para conscientizar as pessoas sobre o uso criterioso de qualquer tipo de material. Com isto, é de esperar que as próximas edições do evento tenham uma redução gradativa do montante de resíduos sólidos gerados, bem como do consumo direto de água, o que significaria uma menor pegada hídrica, em sintonia, portanto, com a visão de sustentabilidade.

### 5.3.2. Pegada hídrica por classe de resíduo sólido

A pegada hídrica de cada classe de resíduo sólido produzido no evento se encontra na Tabela 9. Seguindo procedimento estabelecido por Hoekstra et al., (2011), ela foi calculada com base no consumo de água (litros/kg) necessário para produzir cada uma dessas classes e no respectivo montante produzido (kg) ao longo do evento, em conformidade com informações extraídas das Tabelas 2 e 8.

Classe de Resíduo Sólido	Total em Kg	Consumo de Água (L/Kg)	Pegada Hídrica (M <sup>3</sup> de Água)
Plástico	889,04	90 <sup>a</sup>	80,01
Papelão	552,22	278 <sup>b</sup>	153,52
Metais	125,65	100.000 <sup>c</sup>	12.565,00
Papel	593,14	214 <sup>d</sup>	126,93
Orgânico	4.536,07	3.660 <sup>e</sup>	16.602,02
Vidro	308,53	6 <sup>f</sup>	1,85
Embalagens Tetra-pak	37,28	5.179 <sup>g</sup>	193,07
Rejeitos	2.561,62	4.221 <sup>h</sup>	10.812,60
<b>Total</b>	<b>9.600,55</b>		<b>40.535,00</b>

Tabela 9 – Pegada hídrica, em m<sup>3</sup> de água, para cada classe de resíduo sólido gerado na 87ª Semana do Fazendeiro (17 a 23 de julho de 2016), Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Fonte: a: Discovery (2017); b: Lucianer (2017); c: Ecohousefiltros (2017); d: Water Footprint Network (2017); e: Walbert (2017); f: Sasson (2017); g: Ecolife Tetra Pak (2017); e h: Hoekstra et al. (2011).

Como se nota pela Tabela 9, o total atingiu 40.535,00 m<sup>3</sup> de água, valor este que corresponde à pegada hídrica indireta do evento, ou seja, tudo o que se gastou do referido líquido, em diferentes processos fabris, para produzir o montante de resíduos sólidos gerados no evento. Assim, com base nesse valor, a pegada hídrica indireta per capita do evento foi de cerca de 0,83 m<sup>3</sup> (40.535,00 m<sup>3</sup> de água/48.982 pessoas), isto é, 830 litros por pessoa. (118,6 litros de água, por dia, para cada pessoa).

Verificou-se que os resíduos orgânicos tiveram maior expressão em termos do volume de água gasta no evento, totalizando 16.602,02 m<sup>3</sup> (40,96%), o que pode ser explicado pelo fato de ter sido o resíduo sólido com maior peso produzido, quer dizer, 4.536,07 kg (47,25%). De sua parte, os metais representaram o segundo maior gasto de água, chegando a 12.565,00 m<sup>3</sup> (31,00%), muito em função de ser a classe de resíduo sólido que mais demanda este líquido por unidade produzida, no caso 100.000 l/kg. Outra classe que também se destacou foi a de rejeitos, pois demandou 10.812,60 m<sup>3</sup> de água (26,67%). As demais classes tiveram resultados bem inferiores às já explicitadas, com destaque para o vidro, que apresentou a menor quantidade de água gasta no evento, ou seja, 1,85 m<sup>3</sup> (Tabela 9).

#### **5.4. Pegada hídrica total do evento**

A pegada hídrica total do evento foi de 42.155,32 m<sup>3</sup> de água, que corresponde à soma da pegada hídrica direta (1.620,32 m<sup>3</sup>) e da pegada hídrica indireta (40.535,00 m<sup>3</sup>). Portanto, o valor indireto representou cerca de 96% do total, ou seja, a maior parte da água consumida no evento se deu pelo uso de materiais diversos, entre eles plástico, papel, papelão, e metais, os quais demandam expressivos volumes desse líquido em seus processos fabris. Assim, a pegada hídrica total per capita do evento foi de aproximadamente 0,86 m<sup>3</sup> (42.155,32 m<sup>3</sup> de água/48.982 pessoas), isto é, 860 litros por pessoa.

É interessante perceber que esse consumo de 860 litros de água corresponde a algo em torno de 123 litros por dia, para cada pessoa (860 litros de água/sete dias do evento), valor relativamente próximo daquele que, segundo AgSolve (2017), a Organização das Nações Unidas (ONU) preconiza como adequado, qual seja, 110 litros de água por dia, por pessoa, para satisfazer as suas necessidades de consumo e higiene. Todavia, esse excedente de 13 litros (123 – 110) precisa ser considerado como importante e nortear, ao menos num primeiro momento, a meta a se atingir de redução para a próxima edição da Semana do Fazendeiro.

#### **5.5. Medidas de redução da água gasta no evento**

Em momentos de crise no abastecimento de água ou com vistas a reduzir a pegada hídrica de um produto, processo ou atividade, é normal que as principais ações sejam de curto prazo, com destaque para a racionalização do uso da água, a sua reutilização e a substituição de equipamentos hidráulicos antigos por outros mais eficientes (AGSOLVE, 2017). Na prática, ainda que essas medidas tragam algum impacto econômico, em curto prazo, para quem tem a responsabilidade de implantá-las, é sabido que elas se justificam quando se consideraram os efeitos de médio e longo prazo (SILVA et al., 2013).

Nessa linha de raciocínio, Takano (2009) afirma que a implantação de medidas de curto prazo poderia reduzir em até 15% o consumo de água. Esses autores fazem várias recomendações, as quais se entendem como adequadas para se reduzir o volume de água gasto no evento em questão, tanto para a pegada hídrica direta quanto para a indireta, mesmo considerando a questão do impacto econômico de

curto prazo anteriormente mencionado ou alguma eventual dificuldade de ordem operacional. Seriam as seguintes:

- Instalar torneiras com sensores de presença, a fim de melhor controlar o tempo de vazão, e com regulagem de pressão de escoamento da água;

- Implantar sistema de manutenção de equipamentos hidráulicos com periodicidade adequada, com base no consumo e na frequência com que são solicitados;

- Implantar sistemas para diagnosticar possíveis vazamentos no banheiro;

- Implantar vasos sanitários que permitam a reutilização da água das torneiras e/ou da água da chuva;

- Captar a água da chuva em espaços previamente definidos, de modo a disponibilizá-la conforme a necessidade.

- Treinar as pessoas responsáveis pelos trabalhos de limpeza, a fim de utilizarem com rigor a água ou qualquer outro insumo.

- Conscientizar as pessoas para o uso racional da água, por meio de campanhas de esclarecimento, seja a consumida diretamente ou aquela que advém indiretamente, ou seja, inserida no processo fabril do produto que se está a consumir.

Vale considerar que algumas dessas medidas já foram implantadas pela Universidade Federal de Viçosa em vários dos locais em que ocorreu o evento em questão. Todavia, mesmo assim elas se tornam válidas, se considerado que em alguns desses locais pode ainda haver a necessidade de eventuais ajustes.

Também se deve atentar para o fato de que as edificações foram construídas em épocas distintas, o que pode trazer dificuldades em termos de operacionalização de alguma delas. Por exemplo, no caso da captação da água da chuva para a sua

disponibilização, é de se imaginar que não houve esse tipo de preocupação quando da construção da obra, o que exigirá agora um planejamento criterioso, pois poderá envolver a construção de alguma estrutura permanente.

Quanto à ação que diz respeito ao treinamento das pessoas da limpeza, caberá à empresa terceirizada, em primeira instância, esse tipo de responsabilidade. No entanto, na condição de contratante do serviço de limpeza, caberá à Universidade Federal de Viçosa exigir essa ação de modo oficial, ou seja, prever isto já no processo licitatório. Ademais, em efetuar constante acompanhamento deste tipo de trabalho, a fim de apurar eventual falha e, nesse caso, agir para a solução do problema, sempre em consonância com as normas vigentes.

A que se refere à campanha de conscientização das pessoas, reafirma-se aqui que isto deveria integrar a programação oficial do evento, de modo a dar a real importância ao fato.

## **5.6. Neutralização da água gasta no evento**

Atualmente, muito tem se falado sobre as pegadas ambientais, que incluem a pegada ecológica, calculada em área; a pegada de carbono, na qual se mede a quantidade de gases causadores do efeito estufa; e a pegada hídrica, medida em litros ou m<sup>3</sup> de água. Entretanto, o grande desafio tem sido a carência de propostas consistentes de neutralização das mesmas, haja vista a natural complexidade do assunto (HOEKSTRA et al., 2011).

No caso da pegada hídrica, o único método claramente apontado na literatura como eficaz para a sua neutralização é o que se refere ao plantio de essências arbóreas (nativas da região), exatamente pela relação explícita entre vegetais e ciclo hidrológico, haja vista os processos de interceptação e transpiração, entre outros (GOMES, 2005).

No Brasil, seguindo essa linha metodológica, destaca-se o caso da empresa Kimberly-Clark, que realizou o cálculo da pegada hídrica em sua cadeia produtiva e plantou aproximadamente 25 mil mudas às margens do Rio Tietê, no Estado de São Paulo (TISSUE ONLINE, 2017).

No caso da bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, que foi a impactada diretamente pelo evento, já existem vários trabalhos que a apontam em estado crítico de degradação, dentre eles Orlandini (2002) e Portes (2008). Nesses termos, há clara predominância de escoamento superficial em detrimento da infiltração em seus solos, o que implica dizer que há baixa recarga do lençol freático.

Segundo Orlandini (2002), esse déficit na recarga do lençol freático da bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu é da ordem de 1.800 m<sup>3</sup> de água por hectare. Esse autor argumenta que isto poderia ser corrigido, ao longo do tempo, com um maior recobrimento vegetal da bacia, coadjuvado pela aplicação de uma série de práticas conservacionistas, dentre elas terraceamento; construção de pequenas barragens às margens das estradas vicinais (conter enxurradas); e conservação de nascentes. Também sinaliza para a adoção de um programa de educação ambiental voltado a todas as pessoas que vivem na referida bacia hidrográfica, de modo a se conscientizarem sobre o valor da água.

Portanto, com base no exposto, optou-se pela neutralização da pegada hídrica do evento na própria bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, por meio do plantio de essências arbóreas, a fim de eliminar, ao longo do tempo, o citado déficit na recarga do seu lençol freático (1.800 m<sup>3</sup>/ha). Nesse sentido, pondera-se que isto deveria ficar a cargo do Programa Carbono Zero, pelo fato de integrar a programação oficial do evento e já fazer este tipo de trabalho, na medida em que realiza o plantio de mudas florestais referentes à pegada de carbono. Enfim, com base nos resultados sobre a área a plantar para a neutralização da pegada hídrica, que serão mostrados a seguir, poderão refazer os seus cálculos e ajustar os seus esforços, de modo que os novos plantios incorporem a questão do carbono e da água.

Sendo assim, o cálculo da área necessária para a neutralização da pegada hídrica do evento foi feito sob dois cenários. O primeiro, para a pegada hídrica total, pois fornece a percepção da área a ser plantada para neutralizar toda a água consumida no evento (a direta e a indireta). Já o segundo caso, para a pegada hídrica direta, uma vez que esta se refere especificamente à água consumida no evento e que teve origem na bacia hidrográfica impactada, no caso a do Ribeirão São Bartolomeu.

O cálculo foi feito pela seguinte fórmula:

$$A = \frac{PH}{G}$$

Onde:

A = Área necessária para a neutralização da pegada hídrica, em ha;

PH = Pegada hídrica, em m<sup>3</sup> de água;

G = Ganho no abastecimento do lençol freático, em m<sup>3</sup>/ha.

Portanto, para o primeiro caso, ou seja, para a pegada hídrica total, obteve-se o seguinte valor:

$$A = \frac{(40.535 \text{ m}^3 + 1.620,32 \text{ m}^3)}{1800 \text{ m}^3/\text{ha}} = \frac{42.155,32 \text{ m}^3}{1800 \text{ m}^3/\text{ha}} = 23,42 \text{ ha}$$

Já para a situação em que se considera especificamente a pegada hídrica direta, o valor obtido foi de:

$$A = \frac{1620,32 \text{ m}^3}{1800 \text{ m}^3/\text{ha}} = 0,9 \text{ ha}$$

Pela diferença desses dois valores, entende-se que a pegada hídrica indireta, isto é, aquela referente à água utilizada nos processos fabris dos diferentes resíduos sólidos gerados no evento, foi de 22,52 hectares.

Em caso de efetuar o plantio no espaçamento de três metros por três metros, quer dizer, uma planta a cada nove m<sup>2</sup>, seriam necessárias cerca de 26 mil mudas

para se fazer a neutralização da pegada hídrica total, enquanto que para a direta o montante seria de um mil.

Se tomados em consideração esses valores encontrados, com os inerentes custos associados, entre eles de aquisição de insumos (corretivo de acidez do solo, fertilizantes, formicidas etc.) e de produção/transporte de mudas, recomenda-se que o plantio (0,90 ha) referente à neutralização da pegada hídrica direta seja feito de imediato, exatamente para demonstrar a inequívoca intenção da Universidade Federal de Viçosa de tratar adequadamente do caso. O restante do plantio (22,52 ha) poderia advir de parcerias com os proprietários rurais da bacia hidrográfica impactada, contando também com o apoio de órgãos como a EMATER/MG – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais e o IEF/MG – Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, ademais de outros atores sociais potencialmente interessados, como por exemplo, organizações não governamentais e escolas públicas ou privadas.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos objetivos traçados e nos resultados atingidos, foram obtidas as seguintes conclusões neste estudo:

- O público total estimado na 87ª Semana do Fazendeiro, que ocorreu entre 17 a 23 de julho de 2016, no Campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, foi de 48.982 pessoas, com média diária de 6.997 pessoas.

- A pegada hídrica direta do evento foi de 1.620,32 m<sup>3</sup> de água. Ela representa a água consumida no evento e que foi produzida na própria bacia hidrográfica impactada, no caso a do Ribeirão São Bartolomeu. O valor per capita foi de cerca de 0,03 m<sup>3</sup> (1.620,32 m<sup>3</sup> de água/48.982 pessoas), isto é, 30 litros por pessoa (4,7 litros de água, por dia, para cada pessoa).

- A pegada hídrica indireta do evento foi de 40.535,00 m<sup>3</sup> de água. Ela foi estimada a partir da relação entre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no evento e de quanto se consome de água (litros por kg) para produzir cada tipo deles. O valor per capita atingiu cerca de 0,83 m<sup>3</sup> (40.535,00 m<sup>3</sup> de água/48.982 pessoas), ou seja, 830 litros por pessoa. (118,6 litros de água, por dia, para cada pessoa).

- A pegada hídrica total do evento foi de 42.155,32 m<sup>3</sup> de água, que corresponde à soma da pegada hídrica direta (1.620,32 m<sup>3</sup>) e da pegada hídrica indireta (40.535,00 m<sup>3</sup>). Portanto, a pegada hídrica total per capita do evento foi de aproximadamente 0,86 m<sup>3</sup> (42.155,32 m<sup>3</sup> de água/48.982 pessoas), quer dizer, 860 litros por pessoa.

- A pegada hídrica indireta representou cerca de 96% (40.535,00 m<sup>3</sup>/42.155,32 m<sup>3</sup>) da pegada hídrica total, ou seja, a maior parte da água consumida no evento se deu pelo uso de materiais diversos, entre eles plástico, papel, papelão, e metais, os quais demandam expressivos volumes desse líquido em seus processos fabris

- Apenas 4% da água consumida no evento se deveram à pegada hídrica direta.

Em relação às recomendações, seriam as seguintes:

- As medidas propostas para se reduzir o volume de água gasto no evento se pautaram principalmente em: instalar torneiras com sensores de presença; implantar

sistema de manutenção de equipamentos hidráulicos com periodicidade adequada; implantar vasos sanitários que permitam a reutilização da água das torneiras e/ou da água da chuva; captar a água da chuva em espaços previamente definidos; treinar as pessoas responsáveis pelos trabalhos de limpeza, a fim de utilizarem com rigor a água ou qualquer outro insumo; e conscientizar as pessoas para o uso racional da água, por meio de campanhas de esclarecimento.

- A neutralização da pegada hídrica do evento foi proposta para a própria bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, por meio do plantio de essências arbóreas (nativas da região), a fim de eliminar, ao longo do tempo, o déficit na recarga do seu lençol freático (1.800 m<sup>3</sup>/ha).

- Essa neutralização deveria ficar a cargo do Programa Carbono Zero, pelo fato de já integrar a programação oficial do evento. Assim, haveria a desejada integração dos trabalhos de pegada de carbono e de pegada hídrica.

- A área necessária à neutralização da pegada hídrica total do evento foi de 23,42 ha, enquanto que para a direta foi estimada em 0,90 ha. Para um espaçamento em que cada planta ocupasse nove m<sup>2</sup>, haveria necessidade de se ter 26 mil mudas para a primeira situação e um mil para a outra.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGSOLVE. **Hidrologia.** 2017. Disponível em: <<https://www.agsolve.com.br/produtos/hidrologia>>. Acesso em: 23/03/2017.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W.S.; MONTAG, L.F.A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo, EDUSP, 2ª ed., p.187-207, 2001.

DISCOVERY. “**Onde está a água que você consome?**”. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.discovery.uol.com.br/ciencia/onde-esta-a-agua-que-voce-consome>>. Acesso em: 10/03/2017.

ECOHOUSEFILTROS. **Artigos.** 2017. Disponível em: <<http://www.ecohousefiltros.com.br/site/artigos/>>. Acesso em: 23/03/2017.

ECOLIFE TETRA PAK. **Composição.** 2017. Disponível em: <<https://ecolifetetrapak.wordpress.com/reciclagem/>>. Acesso em: 24/03/2017.

FARIA, A. L. L.; ASSIS, A. F.; FERNANDES, E. I.; FRANÇA, M. M.; PORTES, R. C. Um novo olhar sobre a cidade: a experiência de construção do atlas histórico e geográfico de Viçosa (MG). **Revista de Ciências Humanas**, v. 9, n. 1, p. 67-84, 2009.

GOMES, M. A. **Solos, manejo e aspectos hidrológicos na bacia hidrográfica do Araújos.** 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG, 2005.

GOOGLE EARTH. **Mapa de Viçosa, MG.** 2016. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Viçosa,+MG/@-20.7455607,-42.8840455,358m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xa367957b79280f:0x4e25ad202eccda06!8m2!3d-20.7548659!4d-42.8785788>>. Acesso em 02/03/2016.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A.K.; ALADAYA, M.; MEKONNEN, M.. M. **Manual de avaliação da pegada hídrica:** estabelecendo o padrão global. Enschede, Twente Water Centre, University of Twente, 2011, 191 p.

LIMA, W. P. Escoamento superficial, perdas de solo e de nutriente em microparcelas reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. **IPEF**, n. 38, p. 5-16, 2008.

LUCIANER, B. **A onda do papel reciclado começa a ser questionada.** 2017. Disponível em: <<http://www.correiadoestado.com.br/noticias/onda-do-papel-reciclado-comeca-a-ser-questionada/102245>>. Acesso em: 10/03/2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Sudeste vive a pior crise hídrica dos últimos 84 anos.** 2017. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e->

cidadania/sudeste-vive-a-pior-cri-se-hidrica-em-84-anos-afirma-ministro. Acesso em: 11/03/2017.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 29, n.1, p. 9-15, 2005.

ORLANDINI, D. **Avaliação do uso dos recursos naturais de uma sub-bacia do Ribeirão São Bartolomeu com vista ao aumento da produção de água com qualidade**. 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2002.

PORTES, R. C. **Determinação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa – Minas Gerais, Brasil, através de geoprocessamento e análise multicritério**. 2008. 30 f. Monografia (Graduação em Geografia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2008.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C.; COUTO, L.; BRITO, R. A. L. **Água: recurso natural finito e insumo estratégico**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002, 20 p. (Documentos, 16).

SASSON, J. M. **Garrafas PET x garrafas de vidro**. 2017. Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2011/09/garrafas-pet-x-garrafas-de-vidro/14171>>. Acesso em: 11/03/2017.

SILVA, V. P. R.; ALEIXO, D. O.; NETO, J. D.; MARACAJA, K. F. B.; ARAUJO, L. E. Uma medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p. 100-105, 2013.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 207, p. 15- 20, 2000.

TAKANO, C. **Projeto de racionalização do uso da água no prédio da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, 2009, 50 p.

TISSUE ONLINE. **Kimberly-Clark realiza estudo de pegada hídrica**. 2017. Disponível em: <<http://tissueonline.com.br/kimberly-clark-realiza-estudo-de-pegada-hidrica/>>. Acesso em: 24/03/2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Semana do Fazendeiro**. 2017. Disponível em: <<http://www.semanadofazendeiro.ufv.br>>. Acesso em: 10/03/2017.

WALBERT, A. **Agricultura é quem mais gasta água no Brasil e no mundo**. 2017. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-agua-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em: 13/03/2017.

WATER FOOTPRINT NETWORK. **Publications**. 2017. Disponível em: <<http://waterfootprint.org/en/resources/publications/>>. Acesso em: 23/03/2017.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME – WWAP. **Water in a changing world**. Paris: UNESCO, 2009, 313 p. (Report, 3).

ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas**. 1998. 113 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 1998.